Betriebsanleitung

Gefriertrocknungsanlage

Gamma 1-16 LSC plus

Best.-Nr. 102210, 102212, 102214, 102216,
102218, 102220, 102226

Gamma 2-16 LSC plus

Best.-Nr. 102211, 102213, 102215, 102217,
102219, 102221, 102227

CHRIST

Gefriertrocknungsanlagen

Rotations-Vakuum-Konzentratoren

Bei Rückfragen unbedingt folgende Nummern angeben:

Auftragsnummer:

Fabriknummer:

© Copyright by
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode am Harz
Germany

Tel.: +49 (0) 5522 / 5007-0
Fax: +49 (0) 5522 / 5007-12
Internet: www.martinchrist.de
E-Mail: info@martinchrist.de

1 Allgemeine Informationen 9
1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung 9
1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 9
1.3 Gewährleistung und Haftung 10
1.4 Urheberrecht 10
1.5 Zeichenerklärung 10
1.6 Normen und Vorschriften 10
1.7 Lieferumfang 10
2 Aufbau und Wirkungsweise 11
2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage 11
2.1.1 Funktions- und Bedienelemente 11
2.1.2 Typenschild 13
2.2 Wirkungsweise 14
2.2.1 Gefriertrocknung allgemein 14
2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses 17
2.2.2.1 Vorbereitung 17
2.2.2.2 Gefrieren 17
2.2.2.3 Haupttrocknung 18
2.2.2.4 Nachtrocknung 19
2.2.2.5 Trocknungsende und Belüften 19
2.2.2.6 Abtauen 19
3 Sicherheit 21
3.1 Beschilderung des Geräts 21
3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen 22
3.3 Verantwortung des Betreibers 23
3.4 Bedienpersonal 23
3.5 Informelle Sicherheitshinweise 23
3.6 Sicherheitshinweise 24
3.6.1 Elektrische Sicherheit 24
3.6.2 Mechanische Sicherheit 25
3.6.3 Brandschutz 25
3.6.4 Thermische Sicherheit 26
3.6.5 Chemische und biologische Sicherheit 26
3.7 Sicherheitseinrichtungen 27
3.7.1 Systemkontrolle 27
3.7.2 Schutzleiterprüfung 27
3.8 Verhalten bei Gefahren und Unfällen 27
3.9 Restrisiken 28

4 Lagerung und Transport 29
4.1 Abmessungen und Gewicht 29
4.2 Lagerbedingungen 29
4.3 Transporthinweise 30
4.4 Verpackung 31
4.5 Transportsicherungen 31
5 Aufstellung und Anschluss 32
5.1 Aufstellort 32
5.2 Energieversorgung 32
5.2.1 Anschlussart 32
5.2.2 Sicherungen bauseits 32
5.3 Belüftungsventil 33
5.4 Medienablaufventil 33
5.5 Vakuummesssonde 33
5.6 Vakuumpumpe 35
5.7 Drucksteuerventil 35
5.8 Gummiventile 36
6 Betrieb 37
6.1 Erste Inbetriebnahme 37
6.2 Installation von Zubehörkomponenten 37
6.3 Vorbereitung 37
6.4 Einschalten 37
6.5 LSC_{plus} Anlagensteuerung 38
6.5.1 Bedienoberfläche 38
6.5.1.1 Hauptfenster "Manuell" 39
6.5.1.2 Hauptfenster "Programm" 46
6.5.1.3 Hauptfenster "Optionen" 47
6.5.1.4 Hauptfenster "?" 58
6.5.2 Gefriertrocknung manuell 59
6.5.2.1 Sollwerteingaben im manuellen Modus 60
6.5.3 Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGM_{plus} 62
6.5.3.1 Programm erstellen 65
6.5.3.2 Programm bearbeiten 70
6.5.3.3 Programm kopieren 71
6.5.3.4 Programm laden 71
6.5.3.5 Programm löschen 72
6.6 Optionale Erweiterungen 73
6.7 Ausschalten 74

7 Störungen und Fehlersuche 75
7.1 Allgemeine Störungen 75
7.1.1 Netzausfall 76
7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum 77
7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen 77
7.1.2.2 Belüftungsventil, Medienablaufventil 78
7.1.2.3 Drucksteuerventil 78
7.1.2.4 Gummiventile 78
7.1.2.5 Vakuummesssonde 78
7.1.3 Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur 79
7.2 Prozess- und Fehlermeldungen 79
7.3 Kontakt im Servicefall 80
8 Wartung und Instandhaltung 81
8.1 Wartungsarbeiten 81
8.1.1 Gefriertrocknungsanlage 81
8.1.1.1 Eiskondensatorkammer 82
8.1.1.2 Trocknungskammer 82
8.1.1.3 Belüftungsventil, Medienablaufventil 83
8.1.1.4 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen 83
8.1.2 Vakuumpumpe 84
8.1.3 Ölnebelabscheider (Auspufffilter) 84
8.1.4 Vakuummesssonde 85
8.1.5 Zubehör 85
8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör 86
8.3 Instandhaltungsarbeiten 86
8.3.1 Christ Wartungsvertrag 87
8.4 Rücksendung defekter Teile 87
9 Entsorgung 89
9.1 Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage 89
9.2 Entsorgung der Verpackung 89
10 Technische Daten 90
10.1 Umgebungsbedingungen 92
10.2 Technische Dokumentation 92
11 Anhang 93
11.1 Mathematische Zusammenhänge 93
11.2 Kurzbedienungsanleitung 94
11.3 EG-Konformitätserklärung 99
11.4 Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit Plexiglas 100
12 Glossar 121
13 Index 123

1 Allgemeine Informationen

1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung

Grundvoraussetzung für den sicherheitsgerechten Umgang und den störungsfreien Betrieb dieses Geräts ist die Kenntnis der grundlegenden Sicherheits- und Gefahrenhinweise.

Die Betriebsanleitung enthält die wichtigsten Hinweise, um die Gefriertrocknungsanlage sicherheitsgerecht zu betreiben.

Diese Betriebsanleitung, insbesondere die Sicherheits- und Gefahrenhinweise, sind von allen Personen zu beachten, die mit diesem Gerät arbeiten.

Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen werden ausschließlich zur Gefriertrocknung von festem oder flüssigem Ausgangsgut in Ampullen, Fläschchen, oder Schalen konzipiert und sind auch nur für diesen Verwendungszweck bestimmt.

Die Gefriertrocknungsanlage ist geeignet

- für die Gefriertrocknung von z. B. Bakterien und Viruskulturen, Blutplasma, Serumfraktionen, Antikörpern, Seren, Impfstoffen und pharmazeutischen Produkten
- für die Gefriertrocknung von z.B. Pflanzenextrakten für biochemische Untersuchungen
- für die Gefriertrocknung anorganischer Materialien, z.B. Nanopartikel
- für die Gefriertrocknung zahlreicher weiterer Produkte (weitere Informationen in der Broschüre "Gefriertrocknung mit System" unter www.martinchrist.de → [Applikationen])

Eine andere oder darüber hinaus gehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus entstehende Schäden haftet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH nicht.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch

- das Beachten aller Hinweise aus der Betriebsanleitung,
- die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsarbeiten und
- Verbot von jeglichen An- und Umbauten am Gerät.

1.3 Gewährleistung und Haftung

Es gelten unsere "Allgemeinen Geschäftsbedingungen", die dem Betreiber seit Vertragsabschluss zur Verfügung stehen.

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch
- Nichtbeachten der Sicherheits- und Gefahrenhinweise in der Betriebsanleitung
- unsachgemäßes Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten der Gefriertrocknungsanlage.

1.4 Urheberrecht

Das Urheberrecht an dieser Betriebsanleitung verbleibt bei der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.

Diese Betriebsanleitung ist nur für den Betreiber und dessen Personal bestimmt. Sie enthält Vorschriften und Hinweise, die weder vollständig noch teilweise

- vervielfältigt,
- verbreitet oder
- anderweitig mitgeteilt werden dürfen.

Zuwiderhandlungen können strafrechtliche Folgen nach sich ziehen.

1.5 Zeichenerklärung

In dieser Betriebsanleitung werden Fachbegriffe, die im Glossar (siehe Kap. 12) erläutert werden, durch einen vorangestellten Pfeil gekennzeichnet und kursiv dargestellt (z.B. → *Sublimation*).

1.6 Normen und Vorschriften

EG-Konformitätserklärung (s. Kap. 11.3 - "**EG-Konformitätserklärung**")

1.7 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehören:

- 1 Tube Hochvakuumfett
- 1 Liter Vakuumpumpenöl (nur bei mitgelieferter Pumpe)
- 1 Satz Flanschbauteile und Kleinmaterial für Wartungszwecke
- 1 Ablaufschlauch 0,5 m (Silikon 8 x 12 mm)
- 1 Betriebsanleitung

Zubehör und Inbetriebnahme

gemäß Ihrer Bestellung, unserer Auftragsbestätigung und unserem Lieferschein.

2 Aufbau und Wirkungsweise

2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage

2.1.1 Funktions- und Bedienelemente

1 Eiskondensator-kammer

2 LSC_{plus}-Bedienoberfläche (s. Kap. 6.5.1 - "**Bedienoberfläche**")

Abb. 1: Gesamtansicht der Gefrier-trocknungsanlage

3 Touch panel

Abb. 2: Bedienoberfläche mit Touch panel

4 Kontaktbolzen
5 Rohranschluss für die Vakuumpumpe (hinter Prellblech)
6 Eiskondensator
7 Vakuummesssonde

Abb. 3: Eiskondensatorkammer

8 Steuerung ein/aus (Netzschalter)

Abb. 4: rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

9 Belüftungsventil
10 Medienablaufventil

Abb. 5: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

11 Serielle Schnittstelle
12 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
13 Typenschild (s. Kap. 2.1.2 - "**Typenschild**")
14 Wärmetauscher des Kälteaggregats (hinter der Verkleidung)
15 Vakuummesssonde
16 Option: Anschluss für Hebevorrichtung
17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
18 Vakuumanschluss
19 Netzabsicherung
20 Netzkabel
21 Potentialausgleichs-schraube

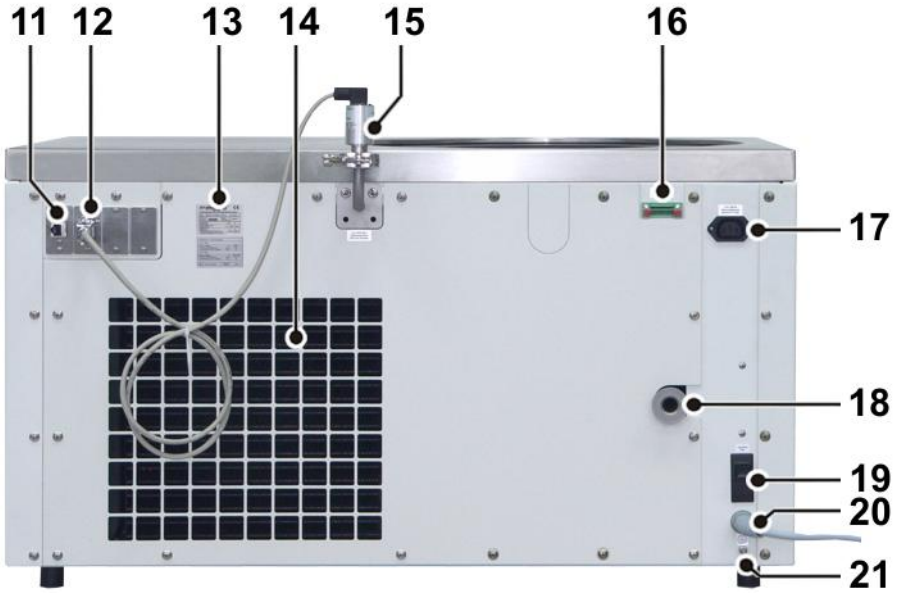


Abb. 6: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

2.1.2 Typenschild

1 Hersteller
2 Firmensitz
3 Gerätetyp
4 Fabriknummer
5 Nennleistung
6 Nennspannung
7 Nennstrom
8 Funkentstörungsgrad
9 Kältemitteldaten der 1. Stufe
10 Kältemitteldaten der 2. Stufe
11 Artikelnummer
12 Baujahr (Monat/Jahr)
13 Ursprungsland

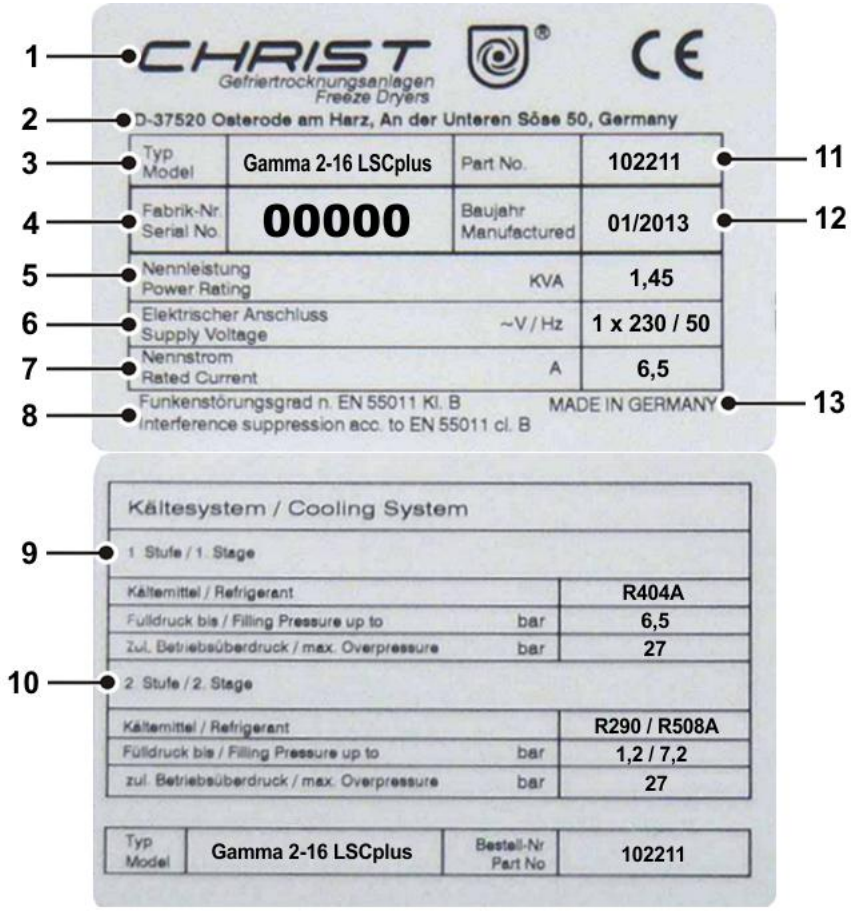


Abb. 7: Typenschild (Beispiel, Abb. vergrößert)

2.2 Wirkungsweise

2.2.1 Gefriertrocknung allgemein

Was ist Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung oder Lyophilisation ist ein Verfahren zur schonenden Trocknung hochwertiger Produkte. Die Trocknung erfolgt unter Umgehung des flüssigen Aggregatzustands durch → *Sublimation.*

In welchen Bereichen wird die Gefriertrocknung angewendet?

Lebensmittel sind die mengenmäßig bedeutendste Anwendung für Gefriertrocknung. Ein bekanntes Beispiel ist die Herstellung von Kaffee-Granulat oder die Trocknung von Früchten, z.B. für Müsli. Andere Anwendungsbeispiele sind die Restauration von wassergeschädigten Dokumenten oder die Trocknung archäologischer Funde.

Ein weiterer großer Einsatzbereich ist die Trocknung von Produkten der Biotechnologie und Pharmazie wie z.B. Gewebe und Gewebebestandteile, Bakterien, Impfstoffe und Seren. Produkte, die in Wasser gelöst nicht lange haltbar wären, werden durch die Gefriertrocknung konserviert. Dabei bleiben die biologischen Eigenschaften der empfindlichen Substanzen erhalten. Die Verbindungen bleiben qualitativ und quantitativ unverändert. Nach Hinzufügen von Wasser weisen die Produkte die Eigenschaften des Ausgangsgutes unverändert auf.

Wie funktioniert Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung ist ein sehr schonendes Verfahren, bei dem einem Produkt das Wasser im gefrorenen Zustand entzogen wird. Die Trocknung erfolgt durch → *Sublimation*, d.h. durch den unmittelbaren Übergang eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand. Dies geschieht unter Vakuum.

Im Folgenden wird die → *Sublimation* am Beispiel von Wasser erläutert, da die meisten Produkte in der Gefriertrocknung wässrige Lösungen sind, deren Verhalten auf den gleichen Grundsätzen basiert.

Die Dampfdruckkurve über Eis beschreibt den Phasenübergang in Abhängigkeit von Druck und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto höher ist auch der Dampfdruck.

- Ist der Dampfdruck höher als 6,11 mbar (A), durchläuft Wasser bei einer Temperaturveränderung alle drei Aggregatzustände: fest, flüssig und gasförmig (siehe Abbildung).
- Beträgt der Dampfdruck genau 6,11 mbar und die Temperatur 0,0098°C, treffen Dampfdruckkurve, Schmelzdruckkurve und Sublimationsdruckkurve im sogenannten Tripelpunkt zusammen. In diesem Punkt treten alle Zustände gleichzeitig auf.
- Liegt der Dampfdruck unterhalb von 6,11 mbar (B) und es wird Energie zugeführt, geht Eis bei Erreichen der Sublimationskurve direkt in Wasserdampf über. Diesen Übergang bezeichnet man als → *Sublimation*. Wird reinem Eis mit einer Temperatur unter –30°C bei einem Druck von 0,37 mbar Wärmeenergie zugeführt, geht es bei Erreichen von –30°C in Wasserdampf über (siehe folgende Abbildung).

Ein Vakuum verhindert also das Schmelzen des Eises bei der Zufuhr von Energie. Wird einem eingefrorenen Produkt unter Vakuum Wärmeenergie zugeführt, wird auch hier das Auftauen des Produktes verhindert und der enthaltene Wasseranteil als Wasserdampf freigesetzt.

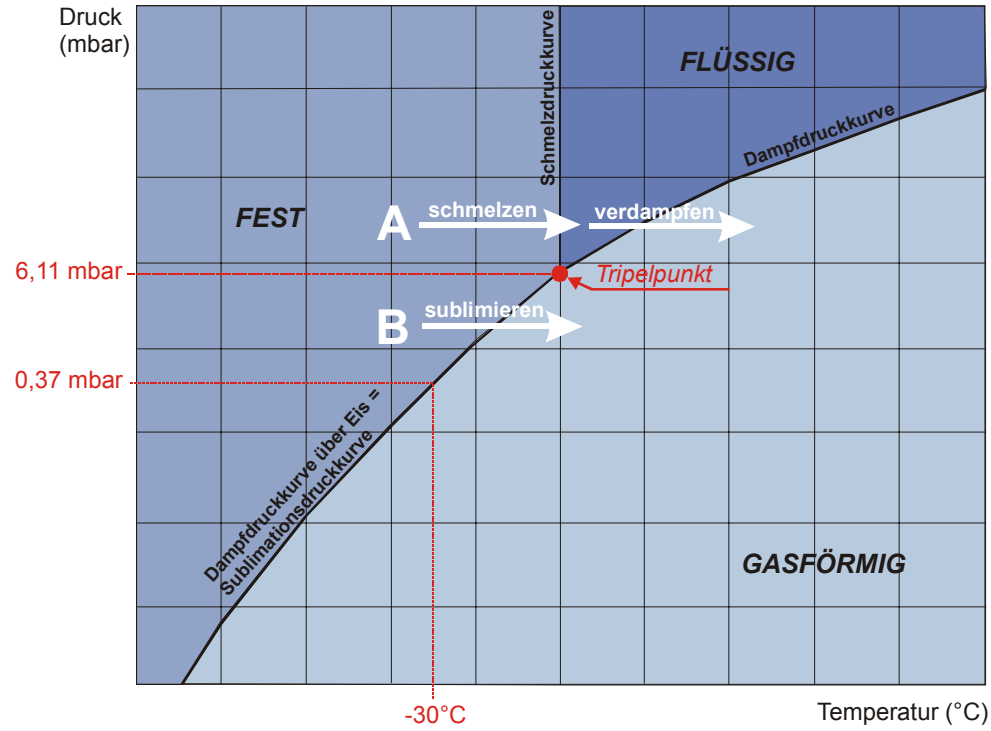


Abb. 8 Dampfdruckkurve über Eis

Aus physikalischer Sicht erfolgt die Gefriertrocknung in drei Phasen (siehe folgende Abbildung):

(1) Gefrieren: Das zu trocknende Produkt wird zunächst unter Atmosphärendruck eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. Die Einfriertemperatur sollte ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt des Produktes liegen.

(2) Evakuieren: Ist das Produkt tief genug eingefroren, wird die Vakuumpumpe zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve über Eis auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt.

(3) Sublimieren: Dem Produkt wird Wärmeenergie zugeführt. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt. Durch die zugeführte Energie geht der Wasseranteil im Produkt in Wasserdampf über. Da der Eiskondensator sehr viel kälter ist als das zu trocknende Gut, ist der Dampfdruck dort deutlich geringer als über dem Produkt. Der aus dem Produkt austretende Wasserdampf strömt daher zum Eiskondensator, wo er sich an den Kondensatorschlangen niederschlägt.

Sobald dem Produkt während der Haupttrocknungsphase das freie Wasser entzogen wurde, wird unter möglichst niedrigem Enddruck und höheren Temperaturen auch noch das in Spuren enthaltene gebundene Wasser entfernt. Dies geschieht durch → *Desorption*. Diese Trocknungsphase wird als Nachtrocknung bezeichnet.

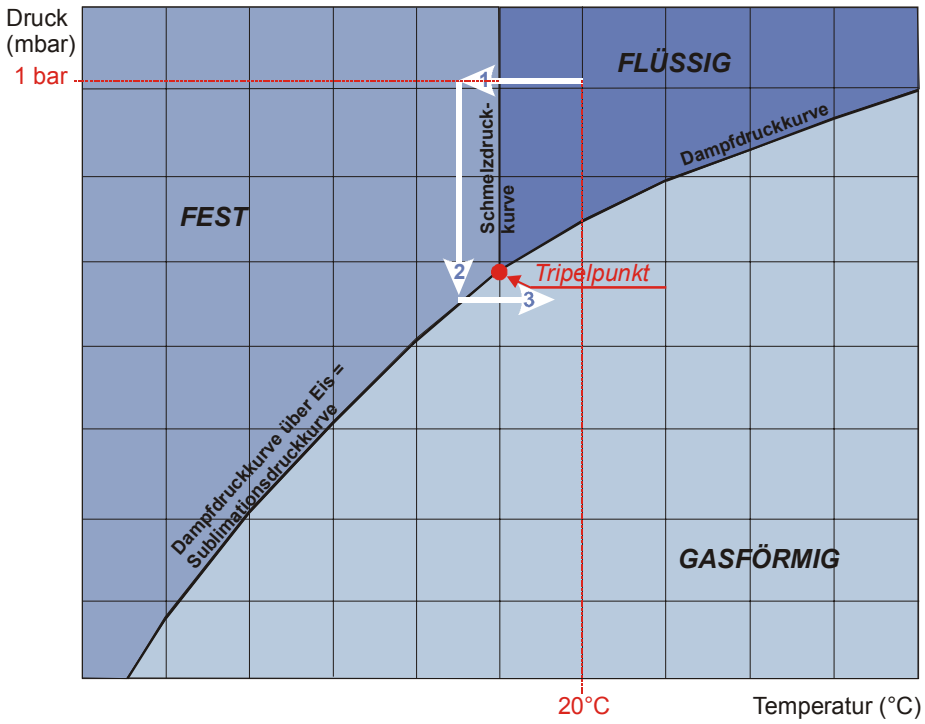


Abb. 9: Phasen der Gefriertrocknung

HINWEIS

Weitere Informationen zu Grundlagen, optimierter Prozessführung und Anwendungen enthält die Broschüre "Gefriertrocknung mit System", die als Download unter www.martinchrist.de → [Applikationen] verfügbar ist.

2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses

Die Grundkomponenten einer Gefriertrocknungsanlage sind :

- Vakuum-Trocknungskammer mit Temperiereinrichtung zum Zuführen von Wärmeenergie
- Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Vakuums in der Trocknungskammer
- Eiskondensator zum Binden des aus dem Produkt ausgetretenen Wasserdampfs

2.2.2.1 Vorbereitung

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein. Wasserrückstände vom vorhergehenden Trocknungsprozess müssen entfernt werden.

Medienablaufventil und Belüftungsventil müssen geschlossen sein.

Bei Anlagen, die mit dem Drucksteuerventil ausgerüstet sind (Standard bei LSC_{plus} Anlagen), sollte die Vakuumpumpe eine Warmlaufphase ("Warm-up") von mind. 15 Minuten vor dem Beginn der Haupttrocknung durchlaufen. Die Vakuumpumpe wird dann erst mit kondensierbaren Gasen belastet, wenn die Betriebstemperatur erreicht ist. So kann ihre Lebensdauer verlängert werden.

Gleichzeitig wird der Eiskondensator vorgekühlt ("Cool down"). Die Eiskondensatortemperatur hat keinen Einfluss auf die Produkttemperatur; der Eiskondensator dient ausschließlich zum Binden des freigesetzten Wasserdampfs.

2.2.2.2 Gefrieren

Das zu trocknende Produkt wird zunächst eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. Besonders bei geringen Füllmengen ist es zweckmäßig, die Stellflächen ebenfalls vorzukühlen, um ein Antauen während der Evakuierung zu vermeiden.

Man unterscheidet zwei grundsätzlich verschiedene Strukturen der gefrorenen Materialien:

- kristalline Strukturen mit eindeutig abgrenzbaren Eiskristallen
- amorphe Strukturen, bei der keinerlei Kristallgrenzen vorhanden sind (z.B. Glas)

Der überwiegende Teil der zu trocknenden Produkte entspricht der kristallinen Form.

Beim Einfrieren solcher Produkte ist zu beachten, dass zu tiefes und zu schnelles Einfrieren zu kleineren Eiskristallen führt, die sich negativ auf die Dauer des Trocknungsprozess auswirken.

Für jedes zu trocknende Produkt muss vorher der Erstarrungspunkt bestimmt werden. An diesem Punkt ist das im Produkt enthaltene Wasser vollständig kristallisiert. Für einen optimalen Ablauf der Gefriertrocknung sollte die Produkttemperatur ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt liegen.

Eine Schichtstärke des Produktes von 1 - 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer ungünstig beeinflusst wird. Sollen Flüssigkeiten in einer Schicht von größer als 1 cm in Flaschen getrocknet

werden, ist das Einfrieren mit einer Shell- oder Spin-Freezing-Vorrichtung in einem Kühlbad (siehe Abbildung) empfehlenswert. Durch die Zentrifugalkraft steigt die einzufrierende Flüssigkeit am Innenmantel der Flasche hoch und friert fest. Durch dieses Verfahren wird die Schichtstärke reduziert und damit die Gesamttrocknungszeit wesentlich verkürzt (Abbildungen rechts).

Abb. 11: Kühlbad mit Spin-Freezing Vorrichtung

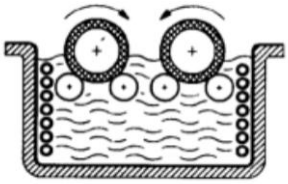


Abb. 10: Schema Shell-Freezing

Abb. 12: Schema Spin-Freezing

HINWEIS

Bei lösungsmittelhaltigem Ausgangsgut oder einem Produkt mit hoher Salzkonzentration kann ein Auftauen während des Trocknungsprozesses möglich sein, erkennbar an einem deutlich zu beobachtenden Aufschäumen. Um dies zu verhindern ist es erforderlich, das Produkt vor dem Einsetzen in die Anlage möglichst tief einzufrieren, z.B. in Flüssig-Stickstoff.

2.2.2.3 Haupttrocknung

Ist das Produkt tief genug eingefroren, wird die Haupttrocknung gestartet. Die Vakuumpumpe wird zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve über Eis auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt. Gleichzeitig wird dem Produkt Wärmeenergie zugeführt. Dies geschieht bei der Trocknung in Rundkolben, Weithalsflaschen, etc. durch die sehr viel wärmere Umgebung (direkte Kontaktwärme), bei unbeheizten Stellflächen durch Wärmeeinstrahlung aus der Umgebung und bei temperierbaren Stellflächen direkt durch die Stellflächen. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt.

Zu Beginn der Trocknung wird die maximale Trocknungsgeschwindigkeit erreicht. Je weiter sich die Sublimationsebene in das Produkt zurückzieht, desto weiter muss der anfallende Wasserdampf durch die bereits getrockneten Schichten geführt werden.

Unter Umständen ist es möglich, dass während der Haupttrocknung das Vakuum in der Eiskondensatorkammer bzw. in der Trocknungskammer ansteigt (z. B. von 0,63mbar auf 0,47mbar), obwohl das Ventil zur Vakuumpumpe geschlossen ist. Dies ist physikalisch auf die Pumpwirkung des Eiskondensators zurückzuführen ("Cryo-Pumping-Effect").

Die benötigte Trocknungszeit ist sehr stark vom Trocknungsvakuum abhängig. Ein Gramm Eis nimmt bei 1,0 mbar ein Volumen von 1 m^3 Dampf ein, bei 0,1 mbar ein Volumen von 10 m^3 Dampf, bei 0,001 mbar aber ein Volumen von 100 m^3. Je näher das Vakuum dem Erstarrungspunkt ist, desto geringer ist das anfallende Dampfvolumen. Die Sublimationsgeschwindigkeit erhöht sich, und die Trocknungszeit wird verkürzt.

Das Ende der Haupttrocknungsphase ist erreicht, wenn Produkttemperatur und Stellflächentemperatur annähernd gleich sind. Die Temperaturdifferenz zwischen Stellfläche und Produkt sollte ca. 3K bis 5K betragen.

2.2.2.4 Nachtrocknung

Die Nachtrocknung ist eine Option, die immer dann verwendet wird, wenn man ein Produkt mit minimaler Restfeuchte erhalten will. Es handelt sich im physikalischen Sinn um eine → *Desorption*, d.h. die Entfernung adsorptiv gebundenen Wassers. Die Nachtrocknung wird unter tiefstmöglichem Enddruck durchgeführt, der von der Eiskondensatortemperatur entsprechend der Dampfdruckkurve über Eis und von dem Endvakuum der eingesetzten Vakuumpumpe abhängt. Der Prozess wird unterstützt durch eine höhere Stellflächentemperatur.

2.2.2.5 Trocknungsende und Belüften

Das Trocknungsende ist erreicht, wenn Produkt- und Stellflächentemperatur deutlich im positiven Bereich sind (+15 bis + 20°C) und nicht mehr als 5K voneinander abweichen.

Ein weiteres Indiz für das Erreichen des Trocknungsendes ist aus dem Verhalten des Vakuums und der Eiskondensatortemperatur abzuleiten. Der Eiskondensator wird nicht mehr belastet und erreicht die Endtemperatur von ca. -55°C bzw. -85°C. Der Druck in der Trocknungskammer sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.

Die Vakuumpumpe wird abgeschaltet und die Trocknungskammer über ein Gummiventil oder das Belüftungsventil belüftet. Die Anlage kann über das Belüftungsventil statt mit Umgebungsluft auch mit Stickstoff oder einem anderen Inertgas belüftet werden.

Anschließend kann das Produkt entnommen werden.

2.2.2.6 Abtauen

Abtauen mit Heißgas

Die Gefriertrocknungsanlage ist standardmäßig mit einer Heißgasabtauung ausgerüstet. Zum Abtauen des Eiskondensators wird erwärmtes Kältemittel durch die Wendelung geleitet. Zusätzlich wird der Boden der Eiskondensatorkammer über eine Heizmanschette erwärmt.

Um Schäden zu vermeiden, muss das Kondensat sofort nach Ende des Abtauvorgangs über das Medienablaufventil abgelassen werden. Anschließend werden letzte Wasserrückstände mit einem Tuch aus der Eiskondensatorkammer entfernt.

Sonderausstattung: Abtauen mit Warmwasser

HINWEIS

Für die Warmwasser-Abtauung muss die Gefriertrocknungsanlage an einen Warmwasserzulauf angeschlossen sein.

Das Abtauen des Eiskondensators erfolgt über das Einleiten von Warmwasser in die Eiskondensatorkammer. Das warme Wasser wird durch feine Düsen an der Unterseite des Abtaurings auf den Eiskondensator gesprüht, bis die maximale Füllhöhe in der Eiskondensatorkammer erreicht ist. Der Zulauf wird automatisch abgeschaltet und der Ablauf wird geöffnet, bis ein bestimmter Pegel in der Eiskondensatorkammer unterschritten wird. Dieser Vorgang wird in intervallweise wiederholt, bis die vorgewählte Abtauzeit abgelaufen ist.

Um Schäden zu vermeiden, müssen letzte Wasserrückstände sofort nach Ende des Abtauvorgangs mit einem Tuch aus der Eiskondensatorkammer entfernt werden.

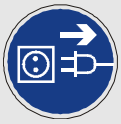
1 Abtauring

Abb. 13: Eiskondensatorkammer mit Warmwasserabtauung

3 Sicherheit

3.1 Beschilderung des Geräts

An CHRIST Gefriertrocknungsanlagen werden folgende Symbole verwendet:

	Gefährliche elektrische Spannung Dangerous voltage Courant haute tension
	Achtung, Betriebsanleitung lesen Attention, consult the instruction manual Attention, consulter le mode d'emploi
I	Ein (Netzverbindung) On (Power) Marche (mise sous tension)
0	Aus (Netzverbindung) Off (Power) Arrêt (mise hors tension)
	Schutzleiteranschluss Protective earth (ground) Raccord à la terre
	Erde Earth (ground) Terre
	Netzstecker ziehen Unplug the mains plug Débrancher la prise
	Vorsicht Quetschgefahr Caution! Risk of bruising Attention ! Risque de blessure
	Drehrichtungspfeil Arrow indicating the direction of rotation Flèche de sens de rotation
	Heiße Oberfläche Hot surface Surface chaude
	CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG CE mark in compliance with the directive 2006/42/EC Symbole CE conforme à la directive 2006/42/CE

3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen

In der Betriebsanleitung werden folgende Benennungen und Zeichen für Gefährdungen verwendet:

GEFAHR

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

GEFAHR

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr durch elektrische Spannung für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

WARNUNG

Dieses Symbol bedeutet eine **mögliche** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **kann** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge haben, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

VORSICHT

Dieses Symbol bedeutet eine mögliche gefährliche Situation.
Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann leichte Verletzungen zur Folge haben oder zu Sachbeschädigungen führen.

HINWEIS

Dieses Symbol deutet auf wichtige Sachverhalte hin.

3.3 Verantwortung des Betreibers

Der Betreiber verpflichtet sich, nur geeignetes Personal an der Gefriertrocknungsanlage arbeiten zu lassen (s. Kap. 3.4 - "**Bedienpersonal**").

Die Zuständigkeiten des Personals für das Bedienen, Warten und Instandhalten sind klar festzulegen.

Das sicherheitsbewusste Arbeiten des Personals unter Beachtung der Betriebsanleitung und die Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz, nationaler Gesetze zum Arbeitsschutz und der Unfallverhütungsvorschriften muss in regelmäßigen Abständen (z.B. monatlich) überprüft werden.

Die Anlage ist regelmäßig zu warten (s. Kap. 8 - "**Wartung und Instandhaltung**").

Anlagenteile in nicht einwandfreiem Zustand sind sofort auszutauschen.

3.4 Bedienpersonal

Die Anlage darf nur bedienen, wer

- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut ist.
- diese Betriebsanleitung (insbesondere die Sicherheitskapitel und die Warnhinweise) gelesen und verstanden und dies durch seine Unterschrift bestätigt hat.

3.5 Informelle Sicherheitshinweise

Die Betriebsanleitung ist Teil des Produktes.

- Die Betriebsanleitung ist ständig am Standort der Gefriertrocknungs-anlage aufzubewahren und muss jederzeit einsehbar sein.
- Die Betriebsanleitung muss an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer der Gefriertrocknungsanlage weitergegeben werden.
- Jede erhaltene Änderung ist zu ergänzen.
- Ergänzend zur Betriebsanleitung sind die allgemeingültigen sowie die betrieblichen Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz bereitzustellen.
- Alle Sicherheits- und Gefahrenhinweise an der Gefriertrocknungsanlage sind in lesbarem Zustand zu halten und ggf. zu erneuern.

3.6 Sicherheitshinweise

Die nachfolgenden Hinweise sind vor jeder Trocknung zu beachten:

WARNUNG

- Ordnungsgemäße Aufstellung und korrekten Anschluss der Gefriertrocknungsanlage überprüfen (s. Kap. 5 - "**Aufstellung und Anschluss**").
- Grundsätzlich einen Sicherheitsbereich von mindestens 30 cm im Umkreis um die Gefriertrocknungsanlage freihalten.
- Niemals Gefahrenstoffe jeglicher Art im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage lagern.
- Nicht länger als für den Betrieb notwendig im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage aufhalten.
- Nur vom Hersteller zugelassene Zubehörteile verwenden (mit Ausnahme handelsüblicher Gefäße aus Glas oder Kunststoff). Keine minderwertige Handelsware benutzen! Glasbruch oder platzende Gefäße führen während des Betriebs zu gefährlichen Situationen.
- Hinweise zum Einsatz des Zubehörs beachten (siehe separate Zubehöranleitung).

3.6.1 Elektrische Sicherheit

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Um die Wirksamkeit der Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten, sind folgende Punkte zu beachten:

GEFAHR

- Die örtliche Versorgungsspannung muss mit der Spannung übereinstimmen, die auf dem Typenschild der Gefriertrocknungsanlage angegeben ist.
- Kein potentiell gefährliches Material wie z.B. Glasgefäße mit Flüssigkeiten in den Sicherheitsbereich von 30 cm um die Gefriertrocknungsanlage stellen. Verschüttete Flüssigkeiten können in das Gerät eindringen und elektrische oder mechanische Bauteile beschädigen.
- Arbeiten an der elektrischen Versorgung nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen.
- Die elektrische Ausrüstung des Geräts regelmäßig überprüfen. Mängel wie lose Verbindungen bzw. beschädigte Kabel müssen sofort beseitigt werden.

3.6.2 Mechanische Sicherheit

Um einen sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage zu gewährleisten, sind folgende Maßnahmen zu beachten:

WARNUNG

- Der Betrieb der nicht fachgerecht installierten Gefriertrocknungsanlage ist zu unterlassen.
- Gefriertrocknungsanlage niemals mit abgenommener Verkleidung betreiben.
- Gefriertrocknungsanlage niemals mit Zubehör betreiben, das Beschädigungen aufweist.
- Nur vom Hersteller zugelassenes Zubehör verwenden. Im Zweifelsfall Rücksprache mit dem Hersteller halten (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").
- Das Anstoßen oder Bewegen der Gefriertrocknungsanlage während des Betriebes ist verboten.
- Das Anlehnen an oder Abstützen auf der Gefriertrocknungsanlage während des Betriebes ist verboten.
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör vor jeder Inbetriebnahme auf äußerlich erkennbare Schäden überprüfen.
- Keine Substanzen trocknen, die das Material der Eiskondensator-kammer, der Trocknungskammer, des Deckels oder des Zubehörs in irgendeiner Weise beschädigen können, zum Beispiel stark korrodierende Substanzen wie Salzsäure (HCl).
- Gefriertrocknungsanlage bei Funktionsstörungen sofort außer Betrieb nehmen. Störungen beseitigen (s. Kap. 7 - "**Störungen und Fehlersuche**") oder ggf. den Service der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH informieren (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").
- Reparaturen nur von autorisiertem Fachpersonal durchführen lassen.

3.6.3 Brandschutz

Bestimmte elektrische Kreisläufe der Gefriertrocknungsanlage sind durch Sicherungen gegen Überlaststrom geschützt.

GEFAHR

- Immer Sicherungen desselben Typs und derselben Stärke verwenden.
- Das Trocknen von explosiven oder brennbaren Substanzen ist verboten.
- Gefriertrocknungsanlage keinesfalls in explosionsgefährdeter Atmosphäre betreiben.

3.6.4 Thermische Sicherheit

Während des Betriebes der Gefriertrocknungsanlage kann der Eiskondensator je nach Leistung Oberflächentemperaturen von –85°C erreichen.

GEFAHR

- Beim Einsetzen oder Herausnehmen von Zubehör geeignete Schutzhandschuhe tragen. Auf keinen Fall ungeschützt in die kalte Eiskondensatorkammer fassen - Gliedmaßen können festfrieren!

3.6.5 Chemische und biologische Sicherheit

Wenn infektiöse, toxische, pathogene oder radioaktive Substanzen getrocknet werden sollen, ist der Benutzer dafür verantwortlich, dass alle zutreffenden Sicherheitsvorschriften, Richtlinien, Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden.

GEFAHR

- Infektiöse, toxische, pathogene und radioaktive Substanzen dürfen nur in dafür geeigneten Gefäßen getrocknet werden. Zum eigenen Schutz unbedingt entsprechende Vorsichtsmaßnahmen einhalten!
- Ausgangsgut mit z. B. hoher Lösungsmittelkonzentration oder säurehaltiges Gut nicht ohne besondere Schutzmaßnahmen und apparative Vorkehrungen trocknen (z.B. zusätzliche Kühlfalle zum Schutz der Vakuumpumpe). Unbedingt Rücksprache mit dem Hersteller halten (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").
- Besondere Vorsicht ist bei der Handhabung mit Aziden geboten, da sich in Verbindung mit Kupfer oder Buntmetallen ein gefährlicher Sprengstoff bildet! Unbedingt Rücksprache mit dem Hersteller halten (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").

WARNUNG

- Örtliche Maßnahmen zur Eindämmung schädlicher Emissionen unbedingt beachten (abhängig von den zu trocknenden Substanzen).
- Als Schutzkleidung sind zum Betrieb der Gefriertrocknungsanlage Sicherheitshandschuhe erforderlich. Möglicherweise erfordert das zu trocknende Material weitere Sicherheitsmaßnahmen (z.B. das Trocknen von infektiösen, toxischen, radioaktiven oder pathogenen Substanzen).

3.7 Sicherheitseinrichtungen

3.7.1 Systemkontrolle

Eine interne Systemkontrolle überwacht den Datenverkehr und die Sensorsignale auf Plausibilität. Das System führt kontinuierlich eine Selbstüberwachung durch und erkennt Störungen. Fehlermeldungen können im Hauptfenster unter "Prozess & Anlagenmeldungen" eingesehen werden (Kapitel 6.5.1.1 - "**Hauptfenster "Manuell""**, Kapitel 7.2 - "**Prozess- und Fehlermeldungen**").

3.7.2 Schutzleiterprüfung

Zur Schutzleiterprüfung befindet sich an der Rückwand der Gefriertrocknungsanlage eine Potentialausgleichsschraube. Mit entsprechendem Messgerät kann eine Schutzleiterprüfung durchgeführt werden.

3.8 Verhalten bei Gefahren und Unfällen

GEFAHR

Feuer:

- Brand in der elektrischen Steuerung mit CO_2-Löscher löschen!
- Brennendes Öl mit CO_2-Löscher oder Pulverlöscher löschen!

Elektrischer Störfall:

- Netzschalter der Anlagensteuerung auf "0" stellen, um die Spannungversorgung zu unterbrechen.

Verbrennungen:

- Kleinflächige Verbrennungen (z. B. Finger) sofort ca. 2 Minuten mit lauwarmen Wasser abkühlen.
- Größere verbrannte Körperoberflächen sollen aufgrund der daraus resultierenden Gefahr der Unterkühlung nicht gekühlt werden.
- Brandwunden locker und keimfrei bedecken (z.B. mit einem Verbandtuch).
- Betroffenen zudecken.

IM ZWEIFEL IMMER DEN NOTARZT VERSTÄNDIGEN!

3.9 Restrisiken

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei ihrer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Beeinträchtigungen am Gerät oder an anderen Sachwerten entstehen.

- Die Gefriertrocknungsanlage ist nur bestimmungsgemäß zu verwenden (s. Kap. 1.2 - "**Bestimmungsgemäße Verwendung**")
- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in einwandfreiem Zustand betrieben werden.
- Alle Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen, sind sofort zu beseitigen.

4 Lagerung und Transport

4.1 Abmessungen und Gewicht

Angaben für Gefriertrocknungsanlage ohne Vakuumpumpe.

	Gamma 1-16 LSC_{plus}	Gamma 2-16 LSC_{plus}
Höhe:	485 mm	485 mm
Breite:	860 mm	860 mm
Tiefe (incl. Vakuumflanschanschluss):	650 mm	650 mm
Gewicht:	ca. 135 kg	ca. 160 kg

4.2 Lagerbedingungen

Um einen sicheren Schutz vor mechanischen und klimatischen Belastungen zu gewährleisten, sind für die Verpackung und Lagerung der Gefriertrocknungsanlage die Richtlinien des Bundesverbandes Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e. V. (HPE-Verpackungsrichtlinien) einzuhalten.

Insbesondere hat die Lagerung

- staubfrei
- trocken
- ohne große Temperaturschwankungen
- ohne mechanische Belastung

zu erfolgen.

4.3 Transporthinweise

- Die Gefriertrocknungsanlage in einer geeigneten Verpackung transportieren, am besten in der Originalverpackung.
- Alle Transportsicherungen montieren (s. Kap. 4.5 - "**Transportsicherungen**").
- Gefriertrocknungsanlage grundsätzlich mit einer Hubeinrichtung anheben.
- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen. Auf keinen Fall am Kunststoff-Bedienpult angreifen.

VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 1-16 LSC$_{plus}$** wiegt ca. 135 kg!
Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 2-16 LSC$_{plus}$** wiegt ca. 160 kg!

VORSICHT

Der Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage liegt außerhalb der Mitte!

- Beim Abstellen des Gerätes ist darauf zu achten, dass die Gerätefüße gerade stehen (siehe folgende Abbildungen).

richtig **falsch**

Abb. 14: Gerätefüße

4.4 Verpackung

Die Gefriertrocknungsanlage ist in einer Holzkiste verpackt.

- Nach dem Öffnen der Kiste Zubehör entnehmen.
- Verpackungsmaterial herausnehmen.
- Seitenwände der Kiste demontieren.
- Gefriertrocknungsanlage mit einer Hubeinrichtung vom Kistenboden abheben. Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen.

VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 1-16 LSC$_{plus}$** wiegt ca. 135 kg!
Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 2-16 LSC$_{plus}$** wiegt ca. 160 kg!

VORSICHT

Der Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage liegt außerhalb der Mitte!

- Verpackung für evtl. späteren Transport der Gefriertrocknungsanlage aufbewahren.

4.5 Transportsicherungen

Vor der Inbetriebnahme müssen folgende Transportsicherungen entfernt werden:

- Die für den Transport demontierte Vakuummesssonde installieren (s. Kap. 5.5 - "**Vakuummesssonde**").

HINWEIS

Vor jedem Transport müssen die Transportsicherungen wieder installiert werden.

5 Aufstellung und Anschluss

5.1 Aufstellort

Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in geschlossenen und trockenen Räumen betrieben werden.

- Der Tisch muss standfest sein und über eine stabile, ebene Tischplatte verfügen.
- Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.
- Sicherheitsabstand von mindestens 30 cm zur Wand einhalten, damit die im Gerät befindlichen Lüftungsöffnungen in vollem Querschnitt wirksam bleiben.
- Die Umgebungstemperatur muss +10°C bis +25°C betragen.
- Gefriertrocknungsanlage keinen thermischen Belastungen z.B. durch Wärmeerzeuger aussetzen.
- Direkte Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) vermeiden.

5.2 Energieversorgung

5.2.1 Anschlussart

GEFAHR

Die auf dem Typenschild angegebene Betriebsspannung muss mit der örtlichen Versorgungsspannung übereinstimmen!

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Die Geräte des Typs **Gamma 1-16 LSC$_{plus}$** und **Gamma 2-16 LSC$_{plus}$** sind mit einer dreiadrigen Netzanschlussleitung mit Kaltgerätestecker ausgerüstet (s. Kap. 10 - "**Technische Daten**").

An der Rückseite unter dem Netzeingang befindet sich eine Potential-ausgleichsschraube (s. Kap. 2.1.1 - "**Funktions- und Bedienelemente**"), an der eine Schutzleiterprüfung vorgenommen werden kann.

5.2.2 Sicherungen bauseits

Die Gefriertrocknungsanlage muss bauseits typisch mit jeweils 16 Amp G abgesichert werden.

5.3 Belüftungsventil

Das Belüftungsventil befindet sich an der rechten Geräteseite oben (s. Kap. 2.1.1 - "**Funktions- und Bedienelemente**").

Nach Beenden eines Gefriertrocknungsprozesses wird die Anlage über das Belüftungsventil belüftet.

HINWEIS

Über die Schlauchtülle des Belüftungsventils kann die Eiskondensator-kammer mit Stickstoff geflutet werden.

WARNUNG

Bei der Belüftung mit Gasen unter Überdruck ist bauseits eine Schutzvorrichtung zu installieren.

5.4 Medienablaufventil

Das Medienablaufventil befindet sich an der linken Geräteseite unten (s. Kap. 2.1.1 - "**Funktions- und Bedienelemente**").

Über das Medienablaufventil wird das Kondensat- und Abtauwasser abgelassen.

- Ablaufschlauch (im Lieferumfang enthalten) auf die Schlauchtülle stecken.
- Behälter unterstellen.

Der Schlauch muss mit kontinuierlichem Gefälle verlegt werden, das Schlauchende muss sich immer oberhalb der Flüssigkeitsspiegels im Auffanggefäß befinden. So wird verhindert, dass beim Öffnen des Medienablaufventils durch einen eventuell bestehenden Unterdruck Wasser- und Schmutzrückstände in die Eiskondensatorkammer gesaugt werden.

5.5 Vakuummesssonde

HINWEIS

Unbedingt die separate Betriebsanleitung für die Vakuummesssonde beachten!

Um die Vakuummesssonde vor Transportschäden zu schützen, wird sie in der Originalverpackung ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme der Gefriertrocknungsanlage muss die Sonde installiert werden.

1 Anschlussbuchse
2 Vakuummesssonde

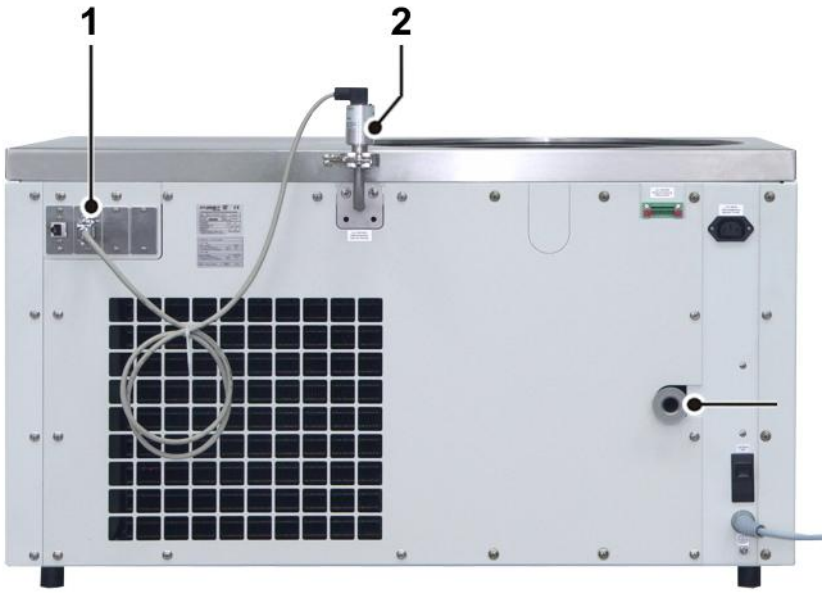


Abb. 15: Position der Vakuummesssonde und der Anschlussbuchse

- Anlage am Netzschalter ausschalten.
- Vakuummesssonde aus der Originalverpackung entnehmen und mit einem Spannring DN16KF und einem Zentrierring (beides im Lieferumfang enthalten) auf dem Anschluss befestigen.
- Den Stecker in die Anschlussbuchse an der Rückseite der Anlage stecken und die Schrauben am Stecker handfest anziehen.

HINWEIS

Die herstellerabhängigen Anweisungen in der separaten Bedienungsanleitung der Vakuummesssonde sind unbedingt zu befolgen!

Thyracont VSP62/63 | **MKS 722B** | **Pfeiffer TPR 280/281**

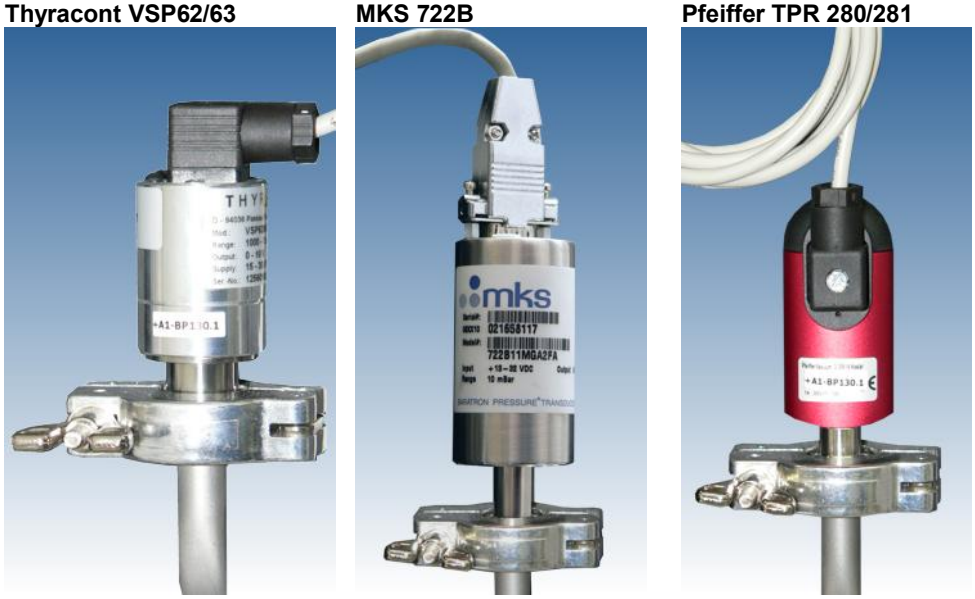


Abb. 16: eingesetzte Vakuummesssonden verschiedener Hersteller

HINWEIS

Die Vakuummesssonde wird im abgeglichenen Zustand ausgeliefert.

Nach dem Einschalten der Gefriertrocknungsanlage benötigt die Vakuummesssonde einige Minuten, bis sie betriebsbereit ist.

5.6 Vakuumpumpe

HINWEIS

Unbedingt die separate Betriebsanleitung für Vakuumpumpe und ggf. Ölnebelabscheider beachten!

Die Vakuumpumpe wird mit dem Vakuumanschluss der Anlage verbunden und in die Kaltgerätesteckdose an der Anlagenrückwand angeschlossen (s. Kap. 2.1.1 - "**Funktions- und Bedienelemente**").

Der beim Betrieb der Pumpe austretende Ölnebel muss durch einen Ölnebelabscheider zurückgehalten oder abgeleitet werden.

- Wir empfehlen unbedingt die Verwendung eines Ölnebelabscheiders. Der Filter verhindert die Verschmutzung der Luft durch Ölnebel.
- Zur Ableitung am Auspuffstutzen der Vakuumpumpe einen passenden Schlauch anschließen (RZ-2,5 und RC-6: ½", DUO 5 oder DUO 10 ¾").
- Die Leitung muss so verlegt sein, dass kein Kondensat in die Pumpe zurücklaufen kann. Bei steigenden Leitungen empfehlen wir die Verwendung eines Abscheiders (Woulff'sche Flasche oder Waschflasche).

5.7 Drucksteuerventil

Das Drucksteuerventil ist in der Saugleitung zwischen Vakuumpumpe und Eiskondensatorkammer installiert und unterbricht in festgelegten Prozessphasen den Volumenstrom zur Vakuumpumpe (s. Kap. 2.2.1 - "**Gefriertrocknung allgemein**").

VORSICHT

Das Drucksteuerventil ist in der Anlage integriert. Eine Wartung oder Reparatur muss durch autorisiertes Fachpersonal durchgeführt werden.

5.8 Gummiventile

Mit den Gummiventilen (Best.-Nr. 121860) können Rundkolben, Weithalsfilterverschlussflaschen oder Verteilerstücke für Ampullen an einen Trockenrechen oder eine Trocknungskammer angeschlossen werden. Je nach Anschluss des Zubehörteils kann der blaue Stopfen entfernt werden.

1 Absperrknebel
2 Belüftungsanschluss
3 Gefäßanschluss ("Schliff")
4 Gummistopfen
5 Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage (z.B über einen Trockenrechen)

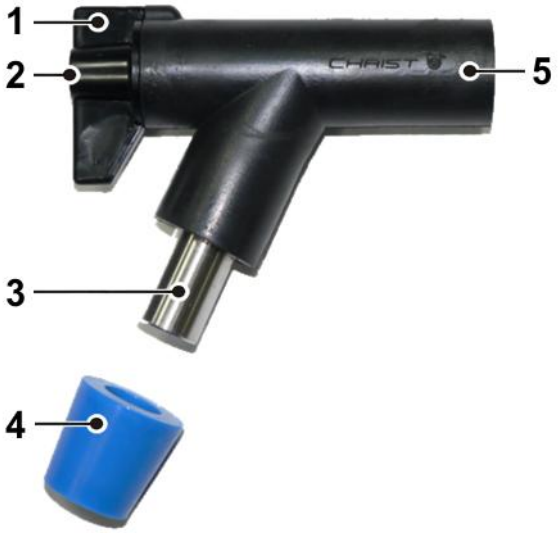


Abb. 17: Gummiventil

HINWEIS

Die Gummiventile werden ungefettet ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme müssen sie daher am Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage und am Gefäßanschluss mit Vakuumfett dünn gefettet werden, um eine problemlose Handhabung zu gewährleisten.

In Position A (siehe Abb. unten) ist der Belüftungsanschluss geöffnet und der Gefäßanschluss geschlossen. Das Zubehör wird belüftet, während das Vakuum in der Trocknungskammer erhalten bleibt. So ist ein Wechsel von Gefäßen ohne Unterbrechung des Trocknungsprozesses möglich.

In Position B ist der Belüftungsanschluss geschlossen und der Gefäßanschluss geöffnet. Das angeschlossene Zubehör ist mit der Gefriertrocknungsanlage verbunden.

In Position C sind sowohl Belüftungsanschluss als auch Gefäßanschluss geschlossen.

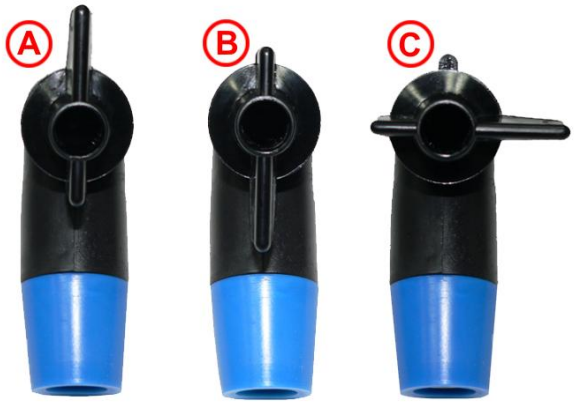


Abb. 18: mögliche Positionen des Absperrknebels

6 Betrieb

6.1 Erste Inbetriebnahme

WARNUNG

Vor der ersten Inbetriebnahme ist dafür zu sorgen, dass die Gefriertrocknungsanlage ordnungsgemäß aufgestellt und installiert ist (s. Kap. 5 - "**Aufstellung und Anschluss**").

6.2 Installation von Zubehörkomponenten

Das Zubehör wird entsprechend dem Trocknungsverfahren und dem Lieferumfang komplettiert.

Die Installationsanweisungen finden Sie in einem separaten Dokument. Für Rückfragen steht Ihnen unser Vertriebsteam gern zur Verfügung.

6.3 Vorbereitung

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein.

- Wasserrückstände vom vorigen Lauf entfernen.
- Medienablaufventil und Belüftungsventil schließen.
- Sicherstellen, dass alle am Zubehör vorhandenen Ventile geschlossen sind.
- Vakuumpumpe einschalten.

6.4 Einschalten

- Netzschalter betätigen.

Die LSC_{plus} Anlagensteuerung führt zunächst eine Eigenprüfung und Initialisierung durch. Diese nimmt einige Sekunden in Anspruch.

- Sicherheits- und Gefahrenhinweise beachten (s. Kap. 3 - "**Sicherheit**")!

6.5 LSC$_{plus}$ Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung LSC$_{plus}$ ("Lyo Screen Control $_{plus}$") wurde eigens für die Steuerung von Gefriertrocknungsprozessen entwickelt. Die übersichtlich gestaltete Bedienoberfläche ermöglicht eine intuitive Bedienung der Anlage.

Abb. 19: Startbildschirm der LSC$_{plus}$ Anlagensteuerung

6.5.1 Bedienoberfläche

Die Bedienung erfolgt per "touch panel", d.h. durch Berühren der Schaltflächen auf dem Display. Jede Schaltfläche ist mit einem Rahmen gekennzeichnet. Durch Drücken wird die Schaltfläche aktiviert. Je nach Funktion öffnet sich ein Dialogfenster, ein Wert kann verändert werden oder eine Transaktion wird bestätigt.

Abb. 20: Schaltflächen sind mit einem Rahmen gekennzeichnet

Die Bedienoberfläche ist in vier Hauptfenster gegliedert, die durch Berührung der jeweiligen Schaltfläche aufgerufen werden können:

Manuell

Dieses Fenster bildet gleichzeitig die Standard-Bedienoberfläche. Von hier aus werden Gefriertrocknungsprozesse manuell gesteuert.

Programm

In diesem Bereich werden Programme erstellt und ausgeführt, die den Gefriertrocknungsprozess automatisieren und reproduzierbar machen. Diese Funktion ist nur mit der Option Programmgeber PGM_{plus} verfügbar.

Optionen

In diesem Fenster werden individuelle Einstellungen vorgenommen, die dem Anwender die größtmögliche Anpassung an seinen Arbeitsbereich bieten sollen.

?

Hier sind alle relevanten Informationen zur Anlagensteuerung auf einen Blick zu finden. Diese Daten erleichtern bei Rückfragen im Werk die Zuordnung und beschleunigen die Abwicklung.

6.5.1.1 Hauptfenster "Manuell"

In diesem Hauptfenster werden alle relevanten Prozessdaten angezeigt. Hier können die einzelnen Phasen eines Gefriertrocknungsprozesses manuell gesteuert werden.

1 Statuszeile
2 Prozess-Sollwerte
3 Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
4 Istwerte aktueller Prozess
5 Schaltfläche "Tools"
6 Schaltfläche "Anlagenschema"
7 Schaltfläche "Prozess- und Anlagen-meldungen"
8 Schaltfläche "Betriebsart / Start"
9 Schaltfläche "Stopp"

Abb. 21: Übersicht Hauptfenster "Manuell"

Statuszeile (1)

In dieser Zeile wird der Betriebszustand der Gefriertrocknungsanlage und die aktive Phase angezeigt.

In der Statuszeile wird auch das aktuelle Datum und die Uhrzeit angezeigt. Die Uhr ist batteriegepuffert und muss nach Ausfall neu eingestellt werden (Kapitel 6.5.1.3 - "**Hauptfenster "Optionen""**, Absatz Verwaltung").

Außerdem gibt das Laufwerk-Symbol Auskunft über den Status des externen Datenträgers bzw. des Netzlaufwerks. Folgende Anzeigen sind möglich:

kein Symbol	Kein USB Datenträger oder LAN Netzwerk angeschlossen
	USB Datenträger angeschlossen
	Prozessaufzeichnung auf USB Datenträger aktiv
	Netzwerk angeschlossen, aber kein Netzlaufwerk verbunden
	Netzlaufwerk verbunden (z.B. LPC_{plus}, $LyoLog_{plus}$)
	Netzlaufwerk verbunden und Prozessaufzeichnung aktiv

Prozess Sollwerte (2)

Im Manuell-Modus werden vor Prozessbeginn die Sollwerte für die einzelnen Phasen eingegeben. Für jede Phase sind Wertebereiche hinterlegt, die im Eingabefenster mit Hilfe der Schaltflächen "min" oder "max" angezeigt werden können (s. Kap. 6.5.2.1 - "**Sollwerteingaben im manuellen Modus**").

Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" (3)

Mit dieser Schaltfläche werden die einzelnen Parameter zur Änderung aufgerufen.

Istwerte aktueller Prozess (4)

In diesem Bereich werden die aktuellen Prozessdaten angezeigt. Jedes Feld ist frei konfigurierbar:

- Schaltfläche des Feldes auswählen, das angepasst werden soll.
  Es erscheint ein Dialogfenster:

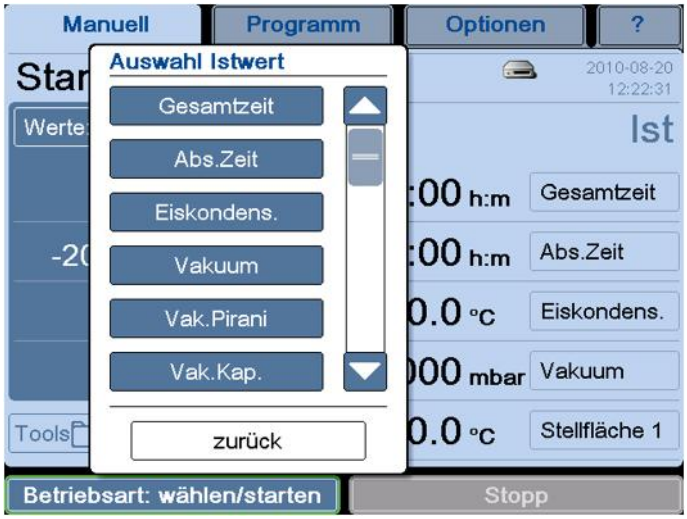


Abb. 22: Dialogfenster "Auswahl Istwert"

- Gewünschte Konfiguration auswählen oder mit "zurück" das Dialogfenster verlassen.

Auf diese Weise kann eine individuelle Übersicht der Istwerte zusammengestellt werden.

Dialogfenster "Tools" (5)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Hilfsmittel aufgerufen werden.

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Über eine Grafik wird der Zusammenhang zwischen dem Druck und der Probentemperatur dargestellt. Durch Auswahl der Schaltflächen oder durch Bewegen der Pfeile (siehe Abbildung, Pos. 1) können die Werte für Druck oder Temperatur verändert werden. Der jeweils andere Wert wird dann automatisch angepasst.

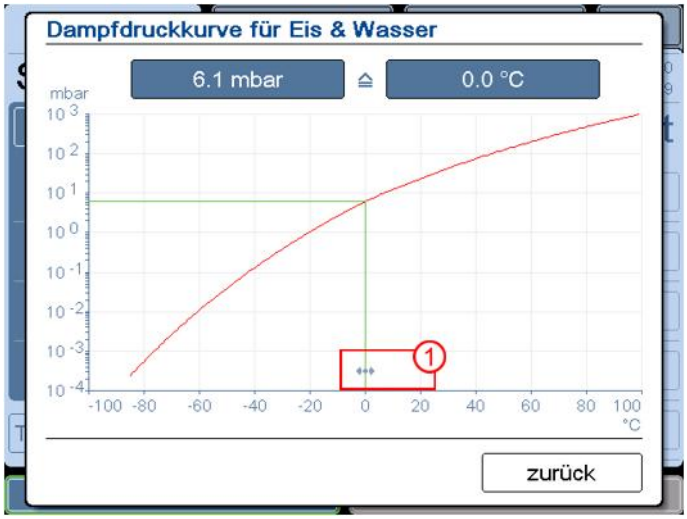


Abb. 23: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Option: USB Prozessaufzeichnung

(s. Kap. 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**").

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "Prozessaufzeichnung" auswählen.
- Felder zum Ausfüllen ("Batchdaten") anwählen; es erscheint eine Tastatur zur Eingabe.
- Ggf. unter "Optionen" zwischen manueller oder automatischer Aufzeichnung wählen und ein Aufzeichnungsintervall definieren.
- Dialogfenster mit "zurück" verlassen.

Die Aufzeichnung läuft jetzt im Hintergrund.

Abb. 24: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

Option: Druckanstiegstest (nur beim → *Zweikammer-Verfahren*)

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist. Die Ausführung ist sowohl im manuellen Modus als auch im Programmmodus möglich (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**").

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "Druckanstiegstest" auswählen.
- Sollwerte für Dauer und max. Druckanstieg über die Schaltflächen eingeben.
- Druckanstiegstest starten. Die Testzeit wird angezeigt. Nach Testende erscheint eine Statusmeldung (Druckanstieg erfolgreich oder fehlgeschlagen), und die ermittelten Werte werden angezeigt:

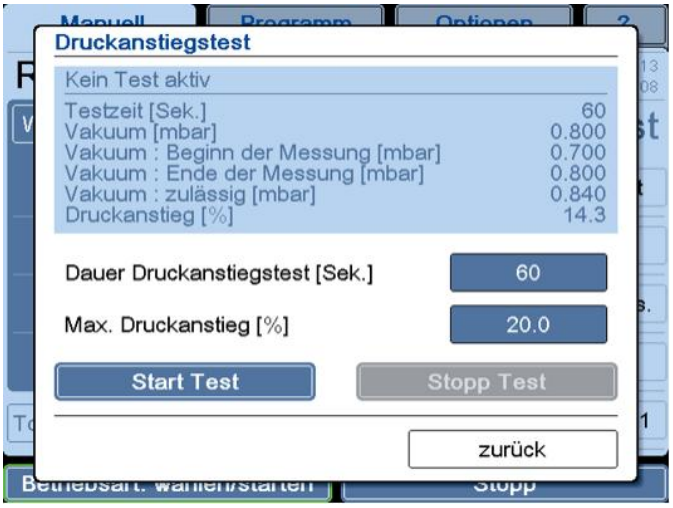


Abb. 25: Dialogfenster Druckanstiegstest

- Durch Betätigen der Schaltfläche "Stopp Test" wird der Druckanstiegstest abgebrochen.

Dialogfenster "Anlagenschema" (6)

Durch Auswahl der Schaltfläche "Anlagenschema" wird auf der linken Seite eine schematische Darstellung der Anlage inkl. aller Komponenten eingeblendet. Aktive Komponenten werden dabei grün dargestellt. Durch Anklicken kann die Bezeichnung des jeweiligen Elements und sein → *Betriebsmittelkennzeichen* aufgerufen werden.

Abb. 26: Darstellung eines Anlagenschemas mit Bezeichnung und Betriebsmittelkennzeichen

Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" (7)

In diesem Dialogfenster werden alle Störungen und Meldungen angezeigt und gespeichert. Bei Auftreten einer Störung oder Meldung wird das Fenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" automatisch eingeblendet. Zusätzlich ertönt standardmäßig ein akustisches Signal, bis der Fehler quittiert wird.

Die Störungen werden in drei Kategorien eingeteilt:

- Rot: Fehlermeldungen
- Orange: Prozessmeldungen
- Gelb: Allgemeine Meldungen

An der Darstellungsweise der Meldung lässt sich der Status erkennen. Ein doppelter Rahmen um die Meldung zeigt an, dass der Fehler noch nicht behoben ist. Die Schaltfläche "quit" ändert die Farbe von blau zu grau, wenn die Meldung quittiert wird.

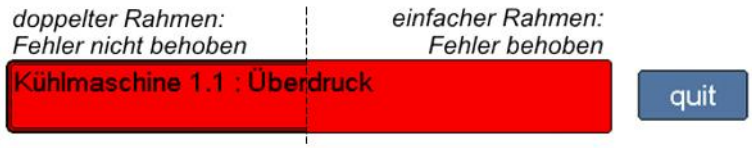
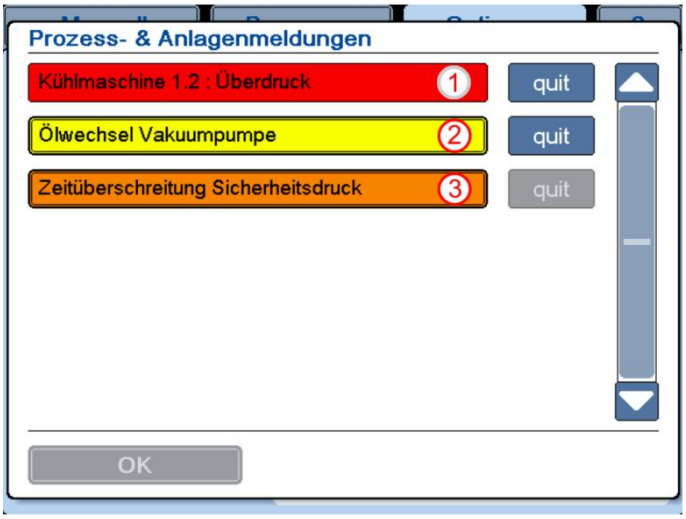


Abb. 27: Darstellung einer Fehlermeldung

Störungen, die z.B. während der Nacht aufgetreten sind, können so am nächsten Tag festgestellt werden, auch wenn die Ursache in der Zwischenzeit behoben ist.

Das Dialogfenster kann erst verlassen werden, nachdem alle Meldungen quittiert wurden.

Ist eine Meldung quittiert, die Störung aber noch nicht behoben, wird die Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen" im Hauptfenster in der Farbe der Störung hinterlegt.



1 Die Störung ist behoben, Meldung ist noch nicht quittiert
2 Die Störung ist noch nicht behoben, die Meldung ist noch nicht quittiert
3 Die Störung ist noch nicht behoben, aber die Meldung ist quittiert

Abb. 28: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

<u>Detailinformationen</u>

Durch Berühren der Meldung können Details zur Fehlermeldung eingesehen werden:

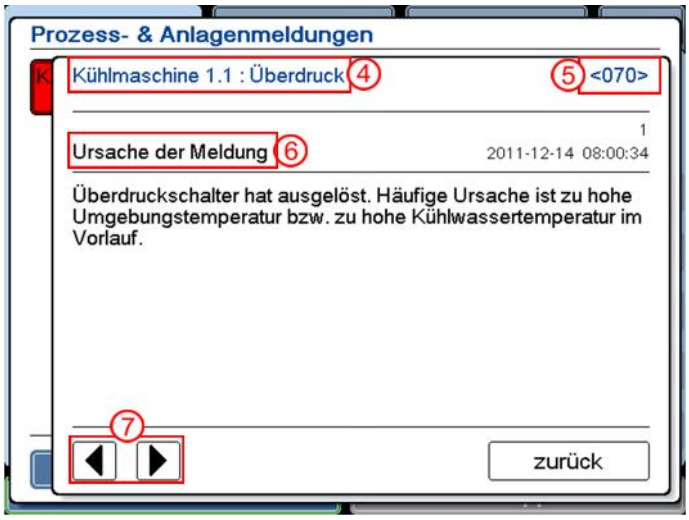
- Ursache der Meldung
- Auswirkung der Meldung
- Maßnahmen zur Fehlerbehebung
- → *Betriebsmittelkennzeichen*

Die einzelnen Fenster werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt.

HINWEIS

Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!



4 Fehlermeldung
5 Fehlercode
6 Detailinformation
7 Pfeiltasten

Abb. 29: Detailinformationen zu einer Fehlermeldung

HINWEIS

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Fehlermeldungen sind dieser Betriebsanleitung nicht beigefügt.

Diese Unterlagen können im Internet unter www.martinchrist.de mit dem Formular **"Serviceanforderung online"** angefordert werden.

Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten" (8)

Wurden die Sollwerte für den Prozess eingegeben, wird mit dieser Funktion der Prozess manuell gestartet (s. Kap. 6.5.2 - "**Gefriertrocknung manuell**").

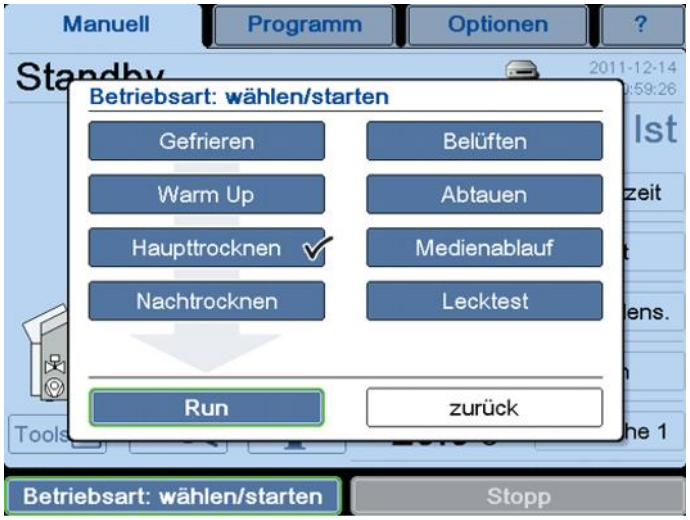


Abb. 30: Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"
(Anzeige variiert je nach Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage)

Schaltfläche "Stopp" (9)

Durch Drücken dieser Schaltfläche wird der aktuelle Prozess gestoppt. Die Anlage wechselt in den Standby-Status.

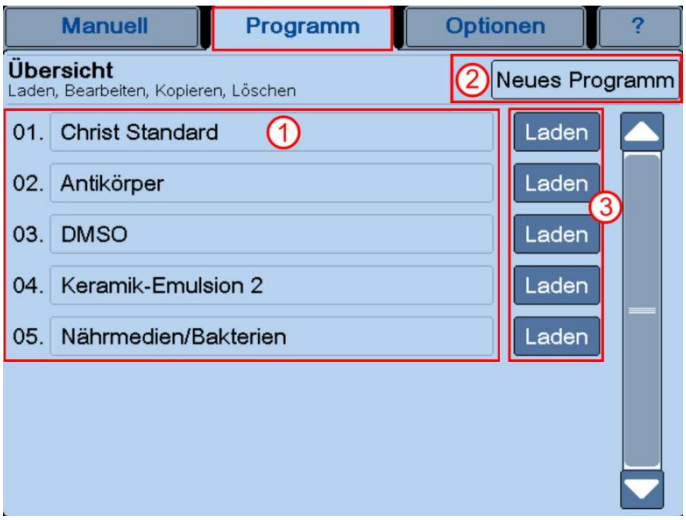
6.5.1.2 Hauptfenster "Programm"

Im Hauptfenster "Programm" werden mit Hilfe des Programmgebers PGM_{plus} programmierte Gefriertrocknungsprozesse geladen, geändert und neue Programme erstellt. Für diese Funktionen muss der Programmgeber PGM_{plus} verfügbar sein.

HINWEIS

Der Programmgeber PGM_{plus} ist eine Option, die nicht standardmäßig verfügbar ist (s. Kap. 6.5.3 - "**Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus**"). Ist der Programmgeber nicht freigeschaltet, können Programme nur zu Demonstrationszwecken erstellt und bearbeitet werden.

Das Ausführen eines Programms ist aber nicht möglich!



1 Programmliste
2 Schaltfläche "Neues Programm"
3 Schaltflächen "Laden"

Abb. 31: Übersicht Hauptfenster "Programm"

Programmliste (1)

Nach Auswahl des Hauptfensters "Programm" erscheint zunächst eine Übersicht über die bereits gespeicherten Programme. Über die Schaltfläche "Laden" (3) hinter dem Programmnamen werden die Programmdaten übernommen. Alle Programme können geladen, bearbeitet, kopiert oder gelöscht werden (s. Kap. 6.5.3 - "**Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus**").

"Dialogfenster "Neues Programm (2)

In diesem Dialogfenster können neue Programme auf Basis eines bereits bestehenden Programms oder ganz ohne Vorgabe erstellt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**").

6.5.1.3 Hauptfenster "Optionen"

Im Hauptfenster "Optionen" können grundsätzliche Einstellungen der Anlagensteuerung vorgenommen werden. So soll eine optimale Anpassung an den Einsatzbereich der Gefriertrocknungsanlage erreicht werden.

Allgemein

Optionen Allgemein:

1 "Sprache"
2 "Maßeinheit"
3 "Verfahren Gefriertrocknung"

Abb. 32: Übersicht Hauptfenster "Optionen"

Sprache (1)

Die Anlagensteuerung kann in diversen Sprachen bedient werden, die über das Dialogfenster ausgewählt werden.

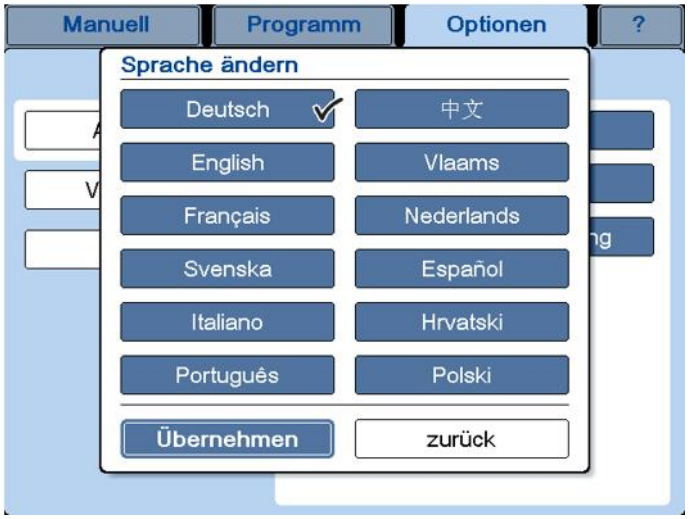


Abb. 33: Dialogfenster "Sprache ändern"

Maßeinheit (2)

In diesem Dialogfenster können die Maßeinheiten für Temperatur und Vakuum verändert werden.

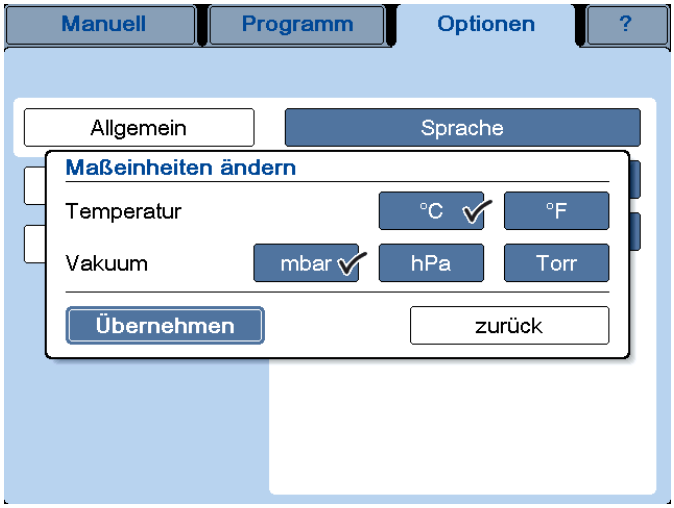


Abb. 34: Dialogfenster "Maßeinheit"

Verfahren Gefriertrocknung (3)

HINWEIS

Diese Funktion ist abhängig vom Gerätetyp und deshalb nicht in allen Gefriertrocknungsanlagen verfügbar.

Vor Prozessbeginn muss das korrekte Verfahren ausgewählt werden. Es kann gewählt werden zwischen

- → *Einkammer-Verfahren* (Verfahren A): Trocknung innerhalb der Eiskondensatorkammer
- → *Zweikammer-Verfahren* (Verfahren B): Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer
- Zweikammer-Verfahren (Verfahren B) – LyoCube: Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer, mit CHRIST LyoCube® (rechteckige, von vorn zu beladende Trocknungskammer)

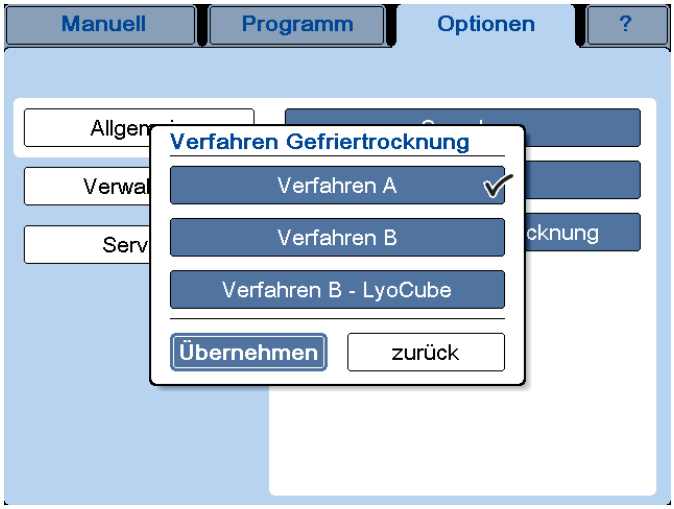
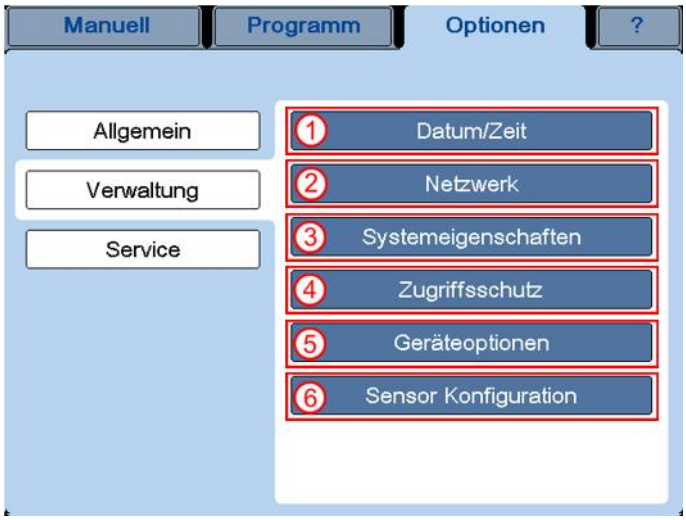


Abb. 35: Dialogfenster "Verfahren Gefriertrocknung"

Verwaltung



Optionen Verwaltung:

1 "Datum/Zeit"
2 "Netzwerk"
3 "System Eigenschaften"
4 "Zugriffschutz"
5 "Geräte Optionen"
6 "Sensor Konfiguration"

Abb. 36: Dialogfenster "Optionen" / Verwaltung

Datum / Zeit (1)

Die LSC_{plus} Anlagensteuerung verfügt über eine eingebaute batteriegepufferte Uhr. Nach Ausfall der Pufferbatterie müssen Datum und Uhrzeit neu eingestellt werden.

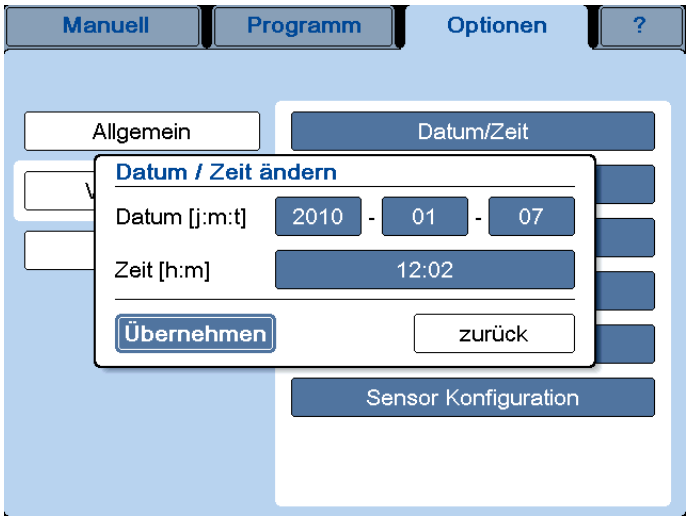


Abb. 37: Dialogfenster Datum/Zeit

Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.

HINWEIS

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

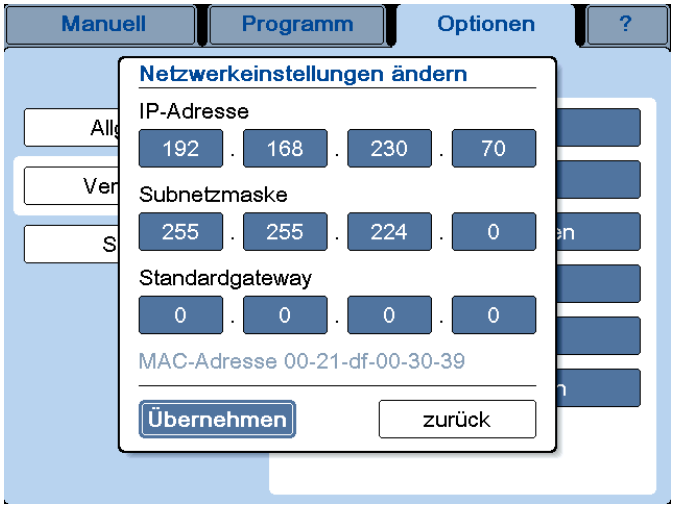


Abb. 38: Dialogfenster "Netzwerk"

Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

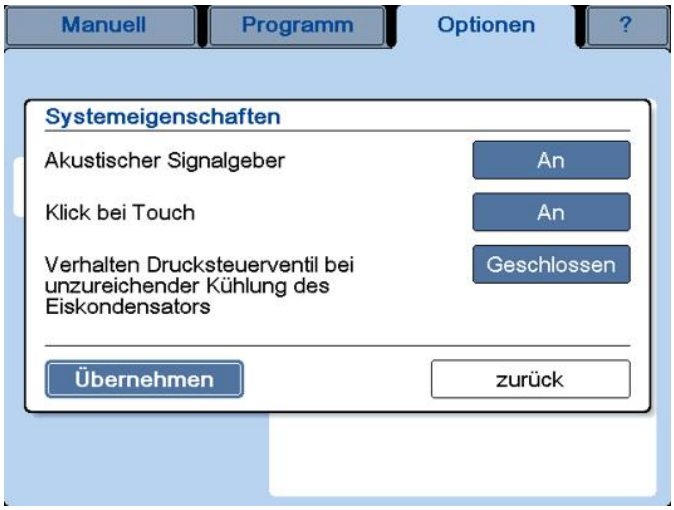


Abb. 39: Dialogfenster " Systemeigenschaften"

Akustischer Signalgeber: Ein akustisches Signal ertönt zum Beispiel beim Auftreten einer Störung.

- Bei der Einstellung "An" ertönt das akustische Signal im Abstand von einigen Sekunden solange, bis die Meldung quittiert wird.
- Bei der Einstellung "Ruhe" ertönt das akustische Signal einmalig beim Auftreten des Fehlers.
- Bei der Einstellung "Aus" ertönt kein akustisches Signal.

Klick bei Touch: Ist diese Funktion aktiviert, ertönt bei jeder registrierten Berührung einer Schaltfläche ein Klicklaut.

Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators: Ist diese Funktion aktiviert (Schaltfläche "Geschlossen"), schließt das Drucksteuerventil bei einer Eiskondensatortemperatur von ≥ 20°C während der Trocknung, um Schäden an der Vakuumpumpe durch das Absaugen kondensierbarer Gase zu verhindern. Durch nochmaliges Betätigen der Schaltfläche wird die Funktion deaktiviert (Schaltfläche "Geregelt").

Zugriffschutz (4)

In diesem Dialogfenster können die Zugriffsrechte in mehreren Ebenen geregelt und mit einem Passwort geschützt werden.

In der Werkseinstellung bei aktiviertem Zugriffschutz können Daten zwar angesehen, aber nicht geändert werden.

Abb. 40: Dialogfenster "Zugriffschutz"

HINWEIS

Nur bei aktiviertem Zugriffschutz können die weiteren Schaltfelder aktiviert werden.

Laufzeit Passworttimer: Um einen unautorisierten Zugriff zu verhindern, wechselt das System nach einer vorgegebenen Zeit automatisch zurück in die Grundeinstellung.

In der Statuszeile erscheint ein kleines Schlosssymbol, darunter wird die verbleibende Zeit bis zur Sperrung heruntergezählt. Gleichzeitig erscheint im Feld der Ist-Daten eine Schaltfläche mit einem großen Schlosssymbol.

Abb. 41: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

- Mit der Schaltfläche "Schloss" wird der Zugriff sofort gesperrt, das System wechselt in die Grundeinstellung.

Abb. 42: Zugriff gesperrt, keine Änderungen möglich

Passwort Bediener / Service / Administrator: Für jede dieser Ebenen sind bestimmte Änderungsrechte definiert, die mit dem jeweiligen Passwort freigegeben werden.

Die Rechte der einzelnen Ebenen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Aktion	Bediener	Service	Administrator
Daten des aktuellen Prozessablaufs bearbeiten (z.B. Betriebsart wählen, Sollwerte ändern)	✓	✓	✓
Servicefunktionen bearbeiten (z.B. Ölwechsel Vakuumpumpe)	--	✓	✓
Grundeinstellungen bearbeiten (z.B. Zugriffschutz ändern, Programme erstellen und bearbeiten, Systemeinstellungen bearbeiten)	--	--	✓

Geräteoptionen (5)

In diesem Dialogfenster sind alle Geräteoptionen aufgeführt, die für diese Anlage verfügbar sind. Eine Aufstellung der möglichen Optionen ist unter Kapitel 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**" zu finden. Optionen, für die ein seriennummerngebundener Freischaltcode benötigt wird, sind mit dem Symbol ("🔑") gekennzeichnet.

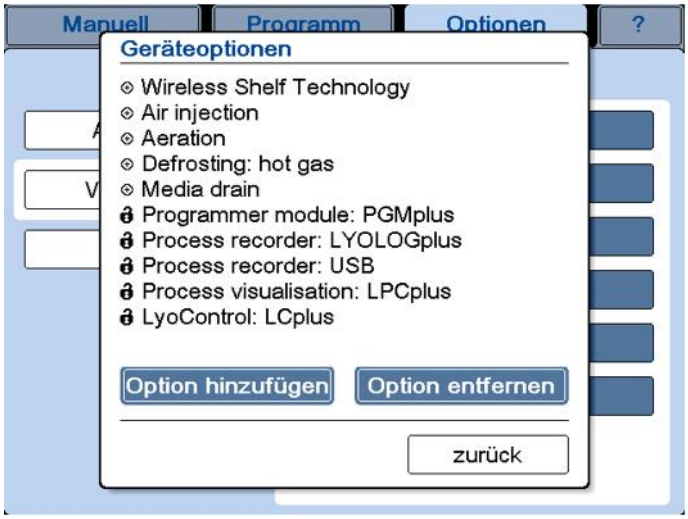


Abb. 43: Dialogfenster Geräteoptionen - Beispiel

Soll die Gefriertrocknungsanlage um eine Option erweitert werden, erfolgt die Freigabe ebenfalls über dieses Dialogfenster.

- Schaltfläche "Option hinzufügen" drücken. Es erscheint ein Eingabefenster.
- Den sechsstelligen CHRIST Freischaltcode eingeben, der für diese Option geliefert wurde, dabei auf Groß- und Kleinschreibung achten.

In gleicher Weise werden Optionen entfernt.

HINWEIS

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

Sensor Konfiguration (6)

VORSICHT

Die Sensorkonfigurationen sind von der Ausstattung der Anlage abhängig. Bei falscher Konfiguration ist die korrekte Funktion der Anlage nicht gewährleistet.

In diesem Dialogfenster werden die vorhandenen Sonden für Vakuum und Druck konfiguriert. Für Vakuum und Druck sind jeweils zwei Messverfahren aufgeführt, für die unterschiedliche Sonden ausgewählt werden können.

- Zum Ändern der Sonde die Schaltfläche mit dem Sondennamen drücken. Nacheinander erscheinen alle möglichen Fabrikate.

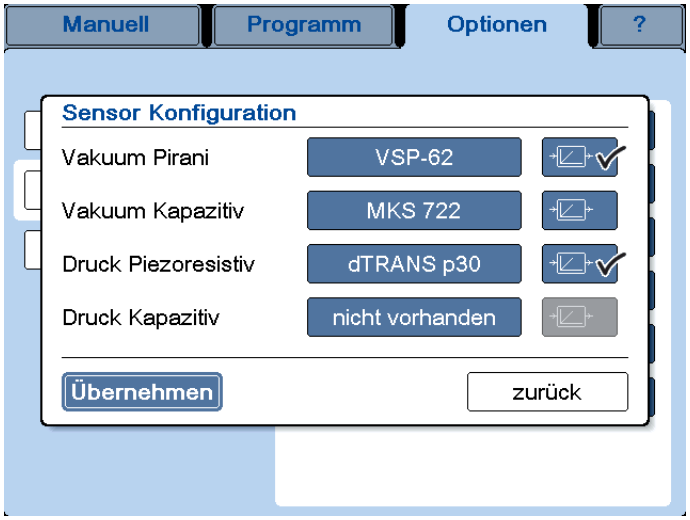


Abb. 44: Dialogfenster "Sensor Konfiguration"

Die rechte Schaltfläche hinter jeder Sonde zeigt ein Regelsymbol. Das Häkchen an einer Schaltfläche kennzeichnet die Regelsonde, d.h. diese Sonde ist maßgeblich für das Vakuum in der Anlage. Ist eine zweite Sonde vorhanden, dienen deren Daten lediglich als Vergleichswert.

Service

Optionen Service:

1 "Betriebsstunden"
2 "Fehlerspeicher"
3 "Wireless Shelf Technology"
4 "Ölwechsel Vakuumpumpe"
5 "Wartung"
6 "Sensor Abgleich"

Abb. 45: Dialogfenster "Service" (variiert je nach Anlagentyp)

Betriebsstunden (1)

In diesem Dialogfenster können die Betriebsstunden einzelner Komponenten der Gefriertrocknungsanlage, wie z.B. Kühlmaschine, Vakuumpumpe oder Drucksteuerventil abgefragt werden. Zusätzlich zur Bezeichnung wird das → *Betriebsmittelkennzeichen* angegeben.

Diese Daten dienen ausschließlich der Information; eine Änderung ist nicht möglich.

Abb. 46: Dialogfenster " Betriebsstunden", hier: Kühlmaschine 1.1

Fehlerspeicher (2)

Im Fehlerspeicher werden die zuletzt aufgetretenen Meldungen des Prozess- und Anlageninformationssystems gespeichert. Sie können über dieses Dialogfenster eingesehen werden. Der Fehlerspeicher umfasst die letzten 32 Meldungen; bei Überschreitung der Anzahl wird die älteste Meldung gelöscht.

Die einzelnen Meldungen werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt.

HINWEIS

Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!

Abb. 47: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

Wireless Shelf Technology (3)

HINWEIS

Diese Funktion ist abhängig vom Gerätetyp und deshalb nicht in allen Gefriertrocknungsanlagen verfügbar.

Die → *Wireless Shelf Technology* ermöglicht die drahtlose Regelung und Überwachung der Stellflächentemperatur. Dazu muss dem WST-Modul jeder Stellfläche eine Adresse zugewiesen werden. Die Anzahl der verfügbaren Adressen ist anlagenspezifisch festgelegt.

Abb. 48: Wireless Shelf Technology – Zuordnung der Stellflächenadressen

- Zum Zuweisen einer Adresse das Dialogfenster "Wireless Shelf Technology" aufrufen.
- Es darf nur das WST-Modul eingesteckt sein, dem die Adresse zugewiesen werden soll. Sind mehrere Module eingesteckt, bekommen alle die gleiche Adresse, und ein Kommunikationskonflikt tritt auf.
- Schaltfläche "Adresse zuweisen" drücken, Rückfrage beachten und bestätigen.

Ölwechsel Vakuumpumpe (4)

Das System überwacht das Ölwechselintervall der Vakuumpumpe. Je nach Fabrikat und Nutzung kann das Intervall angepasst werden.

Wenn das Ende eines Ölwechselintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Ölwechsel an der Vakuumpumpe vornehmen.
- Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe" durch Drücken der Schaltfläche "reset" zurücksetzen.

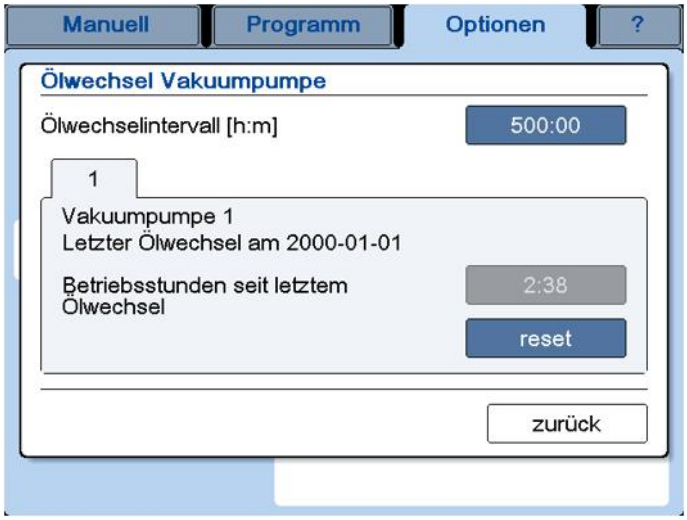


Abb. 49: Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe"

Wartung (5)

Das Wartungsintervall für die Anlage ist mit 3000 Betriebsstunden, mindestens 1x jährlich, festgelegt.

Wenn das Ende eines Wartungsintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Einen Termin zur Wartung Ihrer Gefriertrocknungsanlage vereinbaren.
- Der Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Wartung" wird durch unsere Servicetechniker nach erfolgter Wartung zurückgesetzt.

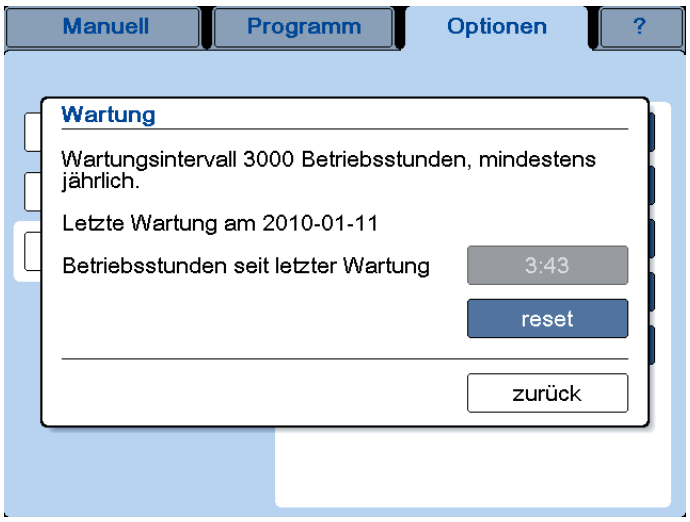


Abb. 50: Dialogfenster "Wartung"

Sensor Abgleich (6)

VORSICHT

Falsch abgeglichene Sensoren führen zu falschen Messwerten, die keine einwandfreie Prozesssteuerung ermöglichen.

In diesem Dialogfenster werden die einzelnen Sensoren mit einem vorgegebenen Referenzwert abgeglichen.

- Zur Auswahl des Sensors Schaltfläche drücken. Es erscheint ein Auswahlmenü.
- Referenzwert eingeben und Schaltfläche "Abgleich" drücken.

Abb. 51: Dialogfenster "Sensor Abgleich"

6.5.1.4 Hauptfenster "?"

In diesem Hauptfenster sind die wichtigsten Informationen zu Ihrer Gefriertrocknungsanlage hinterlegt:

1 Typ der Gefriertrocknungsanlage
2 Typ der Anlagensteuerung
3 Fabriknummer (Seriennummer)
4 Kontakt zum Hersteller
5 Detailinformationen zu Software-Versionen

Abb. 52: Anlageninformationen (Beispiel)

HINWEIS

Bitte geben Sie bei Rückfragen im Werk die hier aufgeführten Nummern an.

6.5.2 Gefriertrocknung manuell

Im manuellen Modus geschieht das Weiterschalten von einer zur nächsten Gefriertrocknungsphase manuell durch den Benutzer. Der manuelle Modus wird durch Aufrufen des Hauptfensters "Manuell" aktiviert.

HINWEIS

Vor Beginn eines Gefriertrocknungsprozesses muss das richtige Verfahren gewählt werden (Kapitel 6.5.1.3 - "**Hauptfenster "Optionen"**", Verfahren Gefriertrocknung (3)").

Für die einzelnen Prozessphasen ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") werden vor Prozessbeginn die Sollwerte festgelegt. Anschließend wird der Gefriertrocknungsprozess über das Dialogfenster "Betriebsart wählen/starten" gestartet.

HINWEIS

Soll der Gefriertrocknungsprozess direkt mit der Phase "Haupttrocknen" gestartet werden, muss die Vakuumpumpe ca. 15 Minuten vor Prozessbeginn warmlaufen. Geschieht dies nicht, erscheint eine entsprechende Warnung beim Starten des Prozesses.

HINWEIS

Ist für eine Phase als Abschnittszeit "∞" (unendlich) vorgewählt, muss manuell über die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" die nächste Phase angewählt werden.

Im manuellen Modus ist es möglich, während des Betriebs die Sollwerte der aktiven Phase zu ändern. Die Steuerung regelt die Anlage in diesem Fall auf schnellstem Wege auf die neuen Sollwerte.

Nach Ablauf einer Phase wird zur nächsten gewechselt, ohne dabei die Anlage in Standby zu versetzen. Der Übergang von "Gefrieren" zu "Warm Up" erfolgt automatisch. Nach Ablauf der "Warm Up"-Phase erscheint ein Dialogfenster:

Abb. 53: Dialogfenster nach Ablauf der Warm Up-Phase

Bis zur Bestätigung bleibt die Anlage in der "Warm Up"-Phase.

Der Übergang von "Haupttrocknen" zu "Nachtrocknen" erfolgt normalerweise automatisch.

Nach Ablauf der Phase "Nachtrocknen" erfolgt eine weitere Abfrage, mit der der Gefriertrocknungsprozess beendet wird. Bis zur Bestätigung der Abfrage bleibt die Anlage im "Run"-Modus.

Der Prozess kann jederzeit durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" beendet werden. In diesem Fall geht die Anlage in den Standby-Status über.

6.5.2.1 Sollwerteingaben im manuellen Modus

Für jede Phase sind Sollwerte hinterlegt. Für jeden Wert gibt es definierte Wertebereiche, die im jeweiligen Dialogfenster durch Drücken auf die Schaltflächen "min" oder "max." ermittelt werden können.

Zum Schutz des Produktes kann in jedem Trocknungsabschnitt ein → *Sicherheitsdruck* eingegeben werden.

Anzeigen oder Ändern der Sollwerte:

- Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" auswählen (s. Kap. 6.5.1.1 - "**Hauptfenster "Manuell"**"). Es erscheint folgendes Dialogfenster:

1 Schaltfläche "Belüften"
2 Schaltfläche "Abtauen"
3 Schaltfläche "Medien-ablauf" (Sonder-ausstattung)
4 Schaltfläche "Lecktest" (optional)

Abb. 54: Dialogfenster "Sollwerte Ansicht / Ändern"

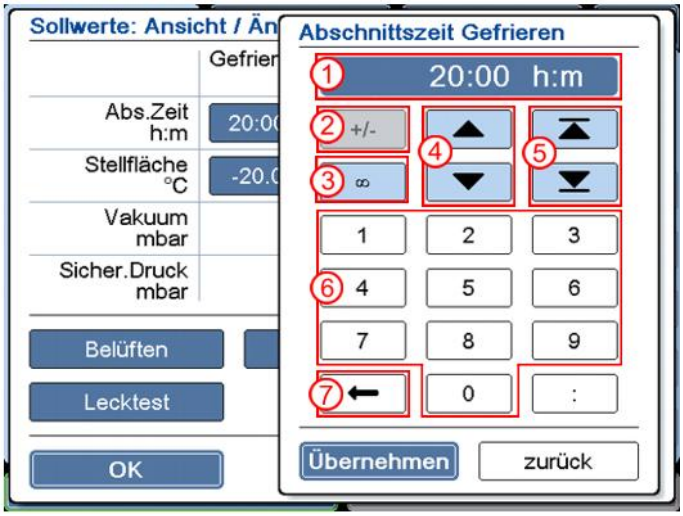
Alle Felder, die als Schaltflächen gekennzeichnet sind, können geändert werden.

- Belüften (1)
  Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Belüftungsventil ausgestattet, wird über dieses Fenster der Druck vorgewählt, bis zu dem belüftet werden soll.
- Abtauen (2)
  Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden Abtauzeit und Abtautemperatur[1] vorgewählt. Außerdem wird hier festgelegt, ob nach dem Abtauvorgang die Betriebsart Medienablauf (Sonderausstattung, siehe unten) automatisch gestartet wird.

[1] nicht bei Warmwasser-Abtauung

- Medienablauf (3)
  Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Medienablauf für Kondensat oder ein anderes Medium ausgestattet, wird über diese Schaltfläche die Öffnungsdauer für den Medienablauf vorgewählt.
- Lecktest (4)
  Diese Funktion ist ebenfalls optional (s. Kap. 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**"). Bei Betätigen der Schaltfläche werden die Parameter angezeigt, mit denen der Lecktest durchgeführt wird. Zusätzlich müssen Testzeit und Kammervolumen angegeben werden (abhängig vom verwendeten Zubehör).

Alle numerischen Werte können über eine Zahlentastatur bearbeitet werden:



1 Sollwertanzeige
2 Vorzeichen ändern (z.B. bei der Eingabe von Temperaturwerten)
3 "∞" (unendlich)
4 Verändern des Wertes in definierten Schritten
5 Auswahl des maximal bzw. minimal möglichen Wertes
6 Eingabe eines Wertes über die Zahlentastatur
7 Löschen des angezeigten Wertes

Abb. 55: Sollwerte ändern

- Mit der Schaltfläche "Übernehmen" den neuen Wert bestätigen und die Zahlentastatur verlassen.
- Dialogfenster mit "Übernehmen" verlassen. Die Daten werden übernommen.
- Wird das Dialogfenster über die Schaltfläche "zurück" verlassen, werden die Änderungen verworfen.

6.5.3 Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGM_{plus}

Im Gegensatz zum manuellen Modus kann mit dem Programmgeber PGM_{plus} ein kompletter Gefriertrocknungsprozess vollständig automatisch und unter reproduzierbaren Bedingungen ablaufen.

HINWEIS

Der Programmgeber PGM_{plus} ist eine Option, die nicht standardmäßig verfügbar ist. Ist der Programmgeber **nicht** freigeschaltet, können Programme nur zu Demonstrationszwecken erstellt und bearbeitet werden.

Das Ausführen eines Programms ist aber nicht möglich!

Ein Gefriertrocknungsprogramm ist in Abschnitte (1) gegliedert. Jedem Abschnitt im Programm werden bestimmte Sollwerte (2) zugewiesen. Ein Programm muss mindestens zwei Abschnitte und kann höchstens 64 Abschnitte haben. Insgesamt stehen 32 Programmplätze zur Verfügung.

In jedem Programm werden immer vier aufeinanderfolgende Abschnitte angezeigt, um den Zusammenhang darzustellen.

Abb. 56: Darstellung eines Gefriertrocknungsprogramms

Programmabschnitte

Der Programmgeber führt bei der Abarbeitung eines Gefriertrocknungsprogramms die erstellten Abschnitte der Reihe nach aus, bis der letzte Abschnitt beendet ist.

In den einzelnen Abschnitten werden dabei für Temperatur und Vakuum lineare Rampen berechnet, die mit dem Sollwert des vorhergehenden Abschnitts beginnen und mit dem Sollwert des aktuellen Abschnitts enden.

Von Abschnitt zu Abschnitt findet also kein Sprung des Sollwertes statt, sondern eine ständige Anpassung, so dass am Ende der eingestellten Zeit die vorgewählte Stellflächentemperatur erreicht ist.

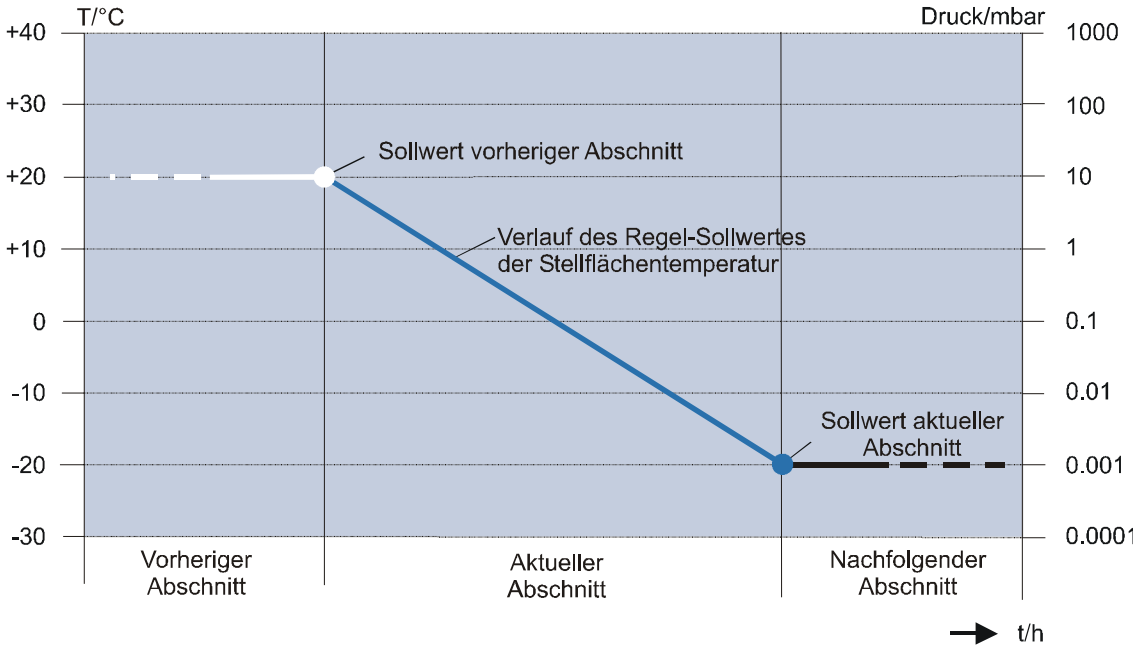


Abb. 57: Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

Zum Schutz des Produktes kann in jedem Trocknungsabschnitt ein → *Sicherheitsdruck* eingegeben werden.

Weiterschaltbedingungen

Damit alle Programmabschnitte automatisch abgearbeitet werden können, müssen am Ende jeden Abschnitts bestimmte Weiterschaltbedingungen erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall – z.B. durch fehlerhafte Sollwertvorgaben – erscheint eine entsprechende Prozessmeldung, und der Abschnitt wird verlängert.

Eiskondensatortemperatur: Dieser Wert wird nur beim Übergang von Gefrieren (Beladen) zum Trocknen überprüft. Die Eiskondensatortemperatur muss ≤ -40°C betragen.

Vakuum: Dieser Wert wird nur während der Trocknungsphase überprüft. Das tatsächliche Vakuum darf max. 20% vom Sollwert abweichen. Bei einem Sollwert von 0,001 mbar (Endvakuum) erfolgt keine Überprüfung. Um das Vakuum schnellstmöglich zu erreichen, kann eine Abschnittszeit von 1 min vorgewählt werden. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird eine Prozessmeldung in diesem Fall erstmals nach 15 Minuten ausgegeben.

ΔT Stellfläche: Dieser Wert definiert die zulässige Abweichung der Stellflächentemperatur von der Sollwertvorgabe. Am Abschnittsende wird die tatsächliche Temperatur der Stellflächen (bei WST Stellfläche 1) mit dem Sollwert verglichen. Liegt die Stellflächentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs, wird der Abschnitt verlängert, bis die Abweichung in einem zulässigen Bereich ist.

ΔT Produkt: Dieser Wert gibt die zulässige Abweichung der Produkttemperatur von der Sollwertvorgabe an. In der Phase "Gefrieren" darf die Produkttemperatur um den definierten Wert nach oben abweichen; in der Trocknungsphase wird die Überschreitung der zulässigen Abweichung nach unten gemeldet.

LyoControl-Rx (optional bei Lyo Control LCplus): Der Wert LyoRx definiert den minimal zulässigen Wert des LyoControl-Sensors während der Trocknung. Wird dieser Grenzwert unterschritten, wird die Stellflächenheizung abgeschaltet, um so ein Auftauen des Produktes durch zuviel Energiezufuhr durch die Stellflächentemperierung zu verhindern. Die Überprüfung des LyoControl-Wertes erfolgt nur während der Trocknungsphasen Haupttrocknen und Nachtrocknen.

Δp Druckanstiegstest (optional): Je nach gewähltem Modus kann der Druckanstiegstest ebenfalls als Weiterschaltbedingung herangezogen werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**"). Im letzten Trocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Sind beide Werte nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", ist die Weiterschaltbedingung erfüllt. Ist dies nicht der Fall, wird der Abschnitt verlängert. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

ΔT Komparativ (optional): Dieser Wert gibt die Differenz zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde prozentual auf den Istwert der kapazitiven Vakuummesssonde bezogen an. Mit abnehmender Sublimationsrate verringert sich die Differenz; der Wert dient somit als Indikator zur Bestimmung des Trocknungsendes der Haupttrocknung. Ist der Sollwert zum Ende der Haupttrocknung nicht erreicht, wird der Abschnitt verlängert.

Warm-up Phase der Vakuumpumpe

Neben der Abarbeitung der einzelnen Abschnitte steuert der Programmgeber PGM_{plus} noch weitere Aufgaben, die während des Prozesslaufs durchgeführt werden sollen. Dazu gehört zum Beispiel das automatische Zuschalten der Vakuumpumpe.

Die WarmUp-Phase für die Vakuumpumpe wird vom Programmgeber PGM_{plus} bei geschlossenem Drucksteuerventil **vor** den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" verlagert. Während des Warmlaufens der Vakuumpumpe wird weder die Phase "Gefrieren" noch der Druck in der Trocknungskammer beeinflusst.

Die Dauer der WarmUp-Phase kann für jedes Programm separat festgelegt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**").

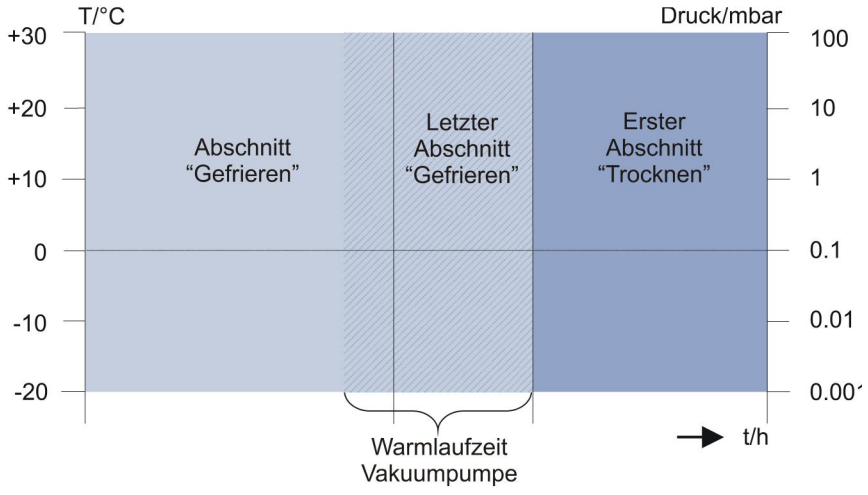
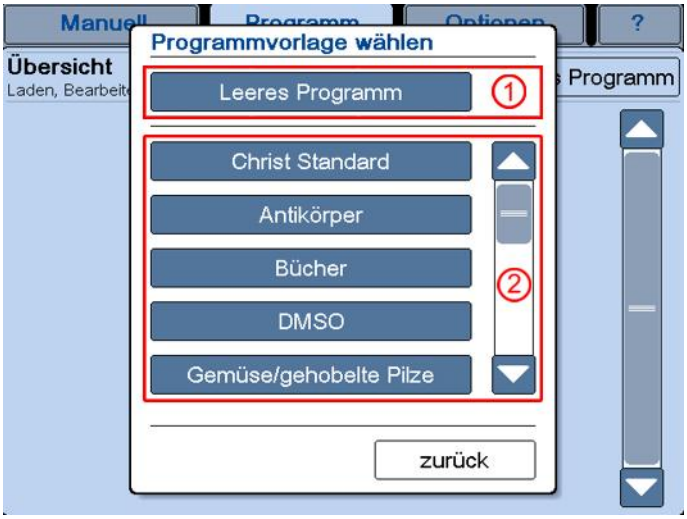


Abb. 58: Die WarmUp-Phase der Vakuumpumpe wird vor den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" vorgelagert

6.5.3.1 Programm erstellen

Um ein neues Programm zu erstellen:

- Im Hauptfenster "Programm" die Schaltfläche "Neues Programm" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, das verschiedene Programmvorlagen zur Auswahl anbietet. Die Bildlaufleiste am rechten Rand ermöglicht das Blättern in der Liste.



1 Leeres Programm erstellen
2 Programmvorlage auswählen

Abb. 59: Dialogfenster Programmvorlage

Leeres Programm erstellen (1)

Mit dieser Schaltfläche wird eine leere Programmvorlage aufgerufen. Lediglich Abschnitt 1 ist fest definiert als "Beladen". In dieser Phase werden die Startbedingungen des Programms festgelegt. Standardmäßig ist hier Raumtemperatur (20°C) vorgegeben.

HINWEIS

Wird das Produkt außerhalb der Gefriertrocknungsanlage eingefroren (Zweikammer-Verfahren), muss in Abschnitt 1 die Stellflächentemperatur angepasst werden.

Für alle weiteren Abschnitte müssen die Sollwerte definiert werden (siehe folgende Abbildung):

- Schaltfläche "Abschnitt einfügen" (4) drücken und die Position des Abschnitts und die Gefriertrocknungsphase auswählen. Der Abschnitt wird an der definierten Stelle eingefügt.
- Parameter des eingefügten Abschnitts anpassen. Nicht alle Werte sind in allen Gefriertrocknungsphasen verfügbar.
- Nächsten Abschnitt einfügen und bearbeiten.

HINWEIS

Beim Erstellen eines Programms muss die Reihenfolge der einzelnen Gefriertrocknungsphasen beibehalten werden. So ist es z.B. nicht möglich, einen Abschnitt "Gefrieren" nach einem Abschnitt "Haupttrocknen" einzufügen.

Schaltflächen "Programm":

1 "Programm"
2 "Programmname"
3 "Diagramm zeigen"
4 "Abschnitt einfügen"
5 "Abschnitt löschen"
6 weitere Funktionen und Sollwerte aufrufen
7 "Speichern"

Abb. 60: Leere Programmvorlage bearbeiten

- Mit der Schaltfläche "Abschnitt löschen" (5) können Abschnitte wieder entfernt werden.
- Über die Schaltfläche ">>mehr" (6) können abhängig vom Anlagentyp weitere Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden (siehe nachfolgende Abschnitte unten).
- Auf diese Weise ein komplettes Programm nach individuellen Vorgaben erstellen.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Diagramm" (3) wird das Programm grafisch dargestellt.
- Durch Drücken auf die Schaltfläche "Programmname" (2) erscheint ein Fenster, mit dem der Name verändert werden kann.
- Mit der Schaltfläche "Speichern" (7) kann das Programm jederzeit zwischendurch und nach beendeter Eingabe gesichert werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm" (1) wird zurück in das Hauptfenster gewechselt. Falls noch nicht geschehen, erfolgt noch eine Abfrage, ob das Programm gespeichert werden soll.

Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen. Es ist nun erstellt und kann geladen werden.

Schaltfläche ">>mehr"

Über die Schaltfläche ">>mehr" eines Programms können verschiedene Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden.

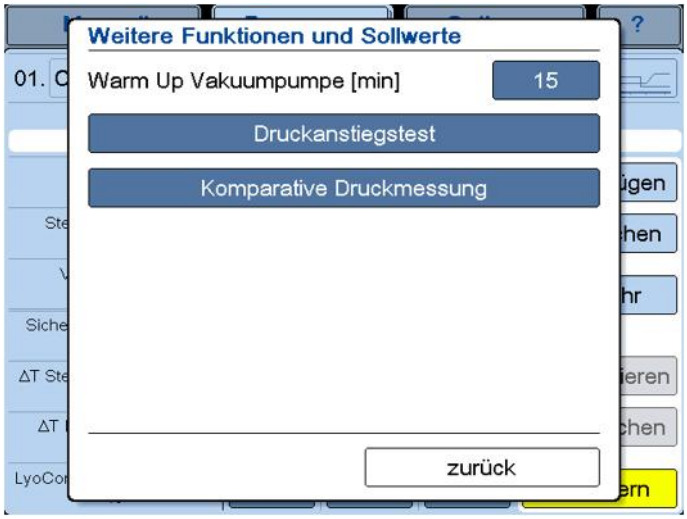


Abb. 61: Auswahl programmbezogener Funktionen und Sollwerte

WarmUp Vakuumpumpe

*siehe Kapitel 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**"*

*Option: Druckanstiegstest (nur bei → Verfahren B) (s. Kap. 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**")*

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist.

HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Test" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "**Hauptfenster "Manuell"**" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

Im Gegensatz zum Druckanstiegstest im manuellen Modus kann im Programmmodus durch mehrmaliges Drücken der Schaltfläche zwischen verschiedenen Ausführungsvarianten gewählt werden.

- Periodischer Druckanstiegstest:
  Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Wird der Wert überschritten, erfolgt ein Abbruch des Druckanstiegstests, um ein Antauen des Produkts zu verhindern.
- Weiterschaltbedingung:
  Im letzten Haupttrocknungs- bzw. Nachtrocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Der Startzeitpunkt wird von der Anlagensteuerung automatisch berechnet, es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Sind die Werte des Druckanstiegs bei beiden Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", ist die Weiterschaltbedingung

erfüllt und der nächste Abschnitt wird eingeleitet. Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

- Periodisch & Weiterschaltbedingung:
  Diese Variante ist eine Kombination der vorher beschriebenen Möglichkeiten. Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern. Sind die Werte des Druckanstiegs der beiden zuletzt durchgeführten Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", ist die Weiterschaltbedingung erfüllt und der nächste Abschnitt wird eingeleitet. Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist.
- Deaktiviert:
  Es wird kein Druckanstiegstest während der Haupt- bzw. Nachtrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

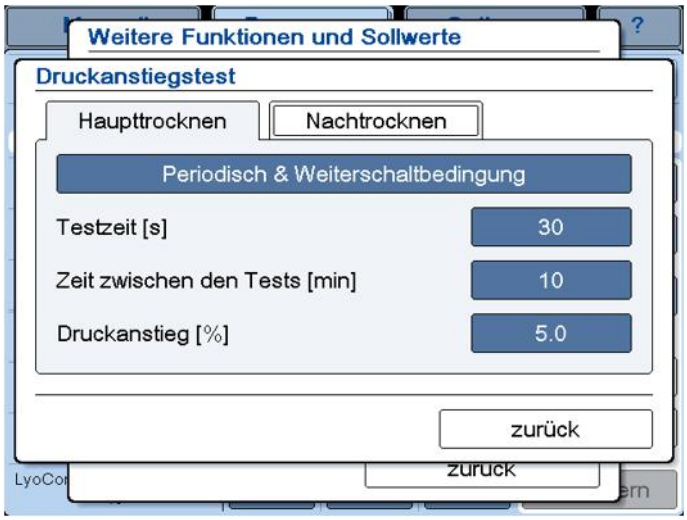


Abb. 62: Dialogfenster "Druckanstiegstest" im Programmmodus

*Option: Komparative Druckmessung (s. Kap. 6.6 - "**Optionale Erweiterungen**")*

HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Komp" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "**Hauptfenster "Manuell""** unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

Durch Drücken der Schaltfläche im Dialogfenster kann die komparative Druckmessung aktiviert bzw. deaktiviert werden.

- Weiterschaltbedingung:
  Wird der angegebene Grenzwert unterschritten, erfolgt die Weiterschaltung vom letzten Trocknungsabschnitt der Haupttrocknung zur Nachtrocknung. Sind mehrere Weiterschaltbedingungen aktiviert (Kapitel 6.5.3 - "**Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus**" / Weiterschaltbedingungen), erfolgt die Weiterschaltung erst, wenn alle Bedingungen erfüllt sind.
- Deaktiviert:
  Es wird keine komparative Druckmessung während der Haupttrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

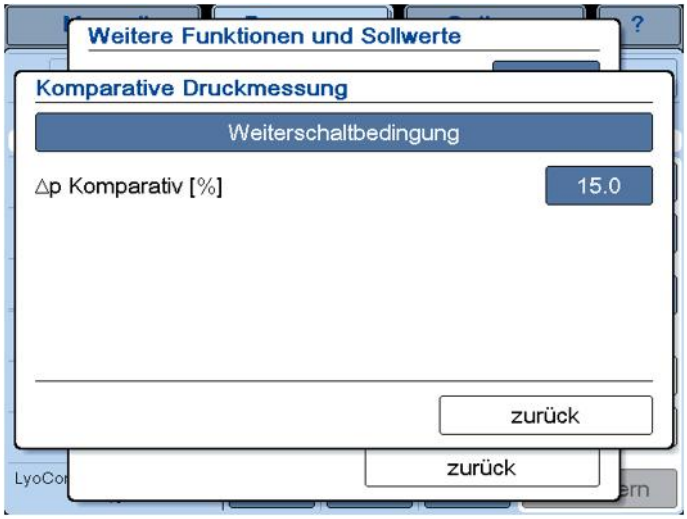


Abb. 63: Dialogfenster "Komparative Druckmessung"

Programmvorlagen (2)

Der Programmgeber PGM_{plus} bietet außerdem 14 verschiedene Programmvorlagen, die Rezepte für die unterschiedlichsten Anwendungen der Gefriertrocknung beinhalten. Sie dienen als Orientierungsvorschlag und müssen dem individuellen Einsatzbereich angepasst werden.

Nach Auswahl einer Programmvorlage erscheint ein Fenster mit Informationen zum Trocknungsverfahren.

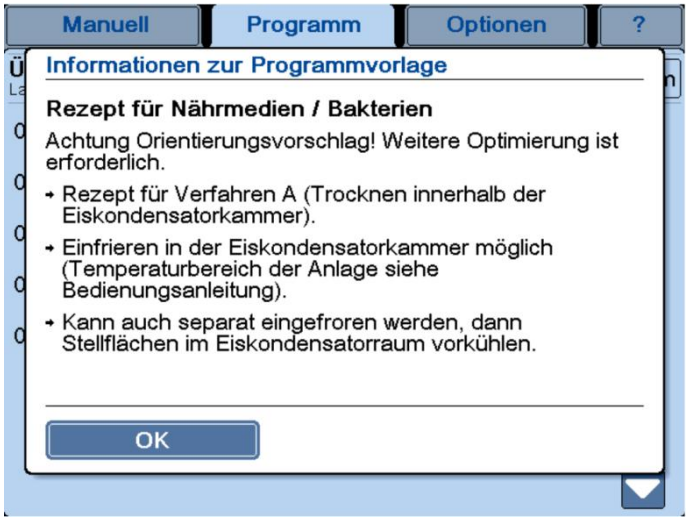

Manuell
Programm
Optionen
?
Informationen zur Programmvorlage
Rezept für Nährmedien / Bakterien
Achtung Orientierungsvorschlag! Weitere Optimierung ist erforderlich.
Rezept für Verfahren A (Trocknen innerhalb der Eiskondensatorkammer).
Einfrieren in der Eiskondensatorkammer möglich (Temperaturbereich der Anlage siehe Bedienungsanleitung).
Kann auch separat eingefroren werden, dann Stellflächen im Eiskondensatorraum vorkühlen.
OK

Abb. 64: Informationen zur Programmvorlage, hier: Rezept für Nährmedien / Bakterien

Nach Bestätigen der Information wird die Programmvorlage angezeigt.

- Wie bei einem leeren Programm können Abschnitte hinzugefügt oder gelöscht und die Sollwerte entsprechend angepasst werden.

6.5.3.2 Programm bearbeiten

Ein bestehendes Programm kann modifiziert werden, solange es nicht geladen ist.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das bearbeitet werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten zur Bearbeitung.
- Änderungen durchführen und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen.

Das Programm ist jetzt auf dem bestehenden Programmplatz geändert.

HINWEIS

Es ist möglich, während eines Programmlaufs in den manuellen Modus zu wechseln, z.B. um ein Programm während der Laufzeit zu ändern. Durch Anwählen des gewünschten Startabschnitts und einer Startzeit kann der Zeitpunkt des Programms bestimmt werden, an dem der Lauf fortgesetzt wird.

6.5.3.3 Programm kopieren

Soll ein neues Programm auf der Basis eines bereits bestehenden Programms erstellt werden, kann das bereits vorhandene Programm kopiert werden. Voraussetzung ist ein freier Programmplatz.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das kopiert werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm kopieren" wird eine Kopie des Programms erstellt.
- Kopie bearbeiten und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen.

Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen.

6.5.3.4 Programm laden

Soll ein Gefriertrocknungsprozess programmgesteuert ausgeführt werden, muss dazu ein Programm geladen werden.

- Das Hauptfenster "Programm" aufrufen. Dort wird die Liste mit allen gespeicherten Programmen angezeigt.
- Schaltfläche "Laden" hinter dem Programmnamen drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, in dem Startabschnitt, Startzeit oder Starttemperatur individuell angepasst werden können. Über die Schaltfläche "Info" kann eine Programminformation zu dem aktiven Programm aufgerufen werden, die Angaben zu Restlaufzeit und Programmende beinhaltet.

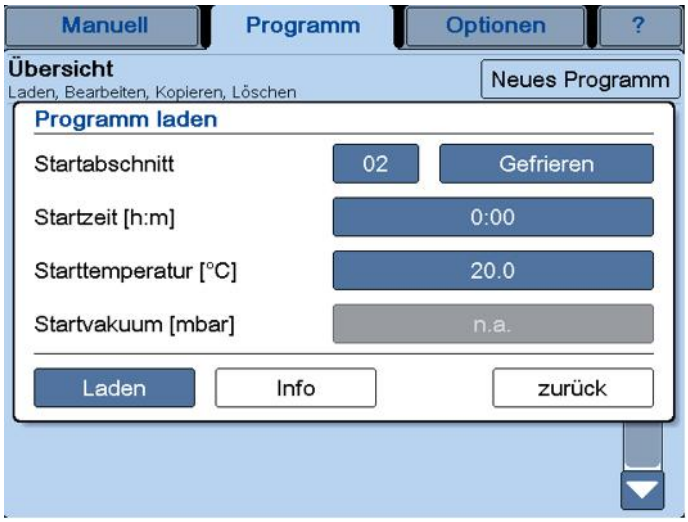


Abb. 65: Dialogfenster "Programm laden"

- Durch Drücken der Schaltfläche "Laden" werden die Programmdaten übernommen. Das Display wechselt in die Standard-Bedienoberfläche.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

Abb. 66: Mit "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

- Während des Gefriertrocknungsprozesses kann über das Hauptfenster "Programm" und die Schaltfläche "Info" die Programminformation zu dem aktiven Programm ebenfalls aufgerufen werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" wechselt die Anlage in den Betriebszustand Standby – Manuell Gefrieren.

HINWEIS

Standardmäßig wird das Programm mit dem Abschnitt 02 "Gefrieren" begonnen. Soll das Programm mit Abschnitt 01 "Beladen" gestartet werden, muss dieser Abschnitt manuell ausgewählt werden. In diesem Fall erscheint nach dem Starten des Programms die Schaltfläche "Programm weiterschalten". Ist der Beladevorgang abgeschlossen, wird das Programm durch Betätigen dieser Schaltfläche fortgesetzt.

6.5.3.5 Programm löschen

Im Programmgeber PGM_{plus} stehen 32 Programmplätze zur Verfügung. Sind alle belegt, muss ein Programm gelöscht werden, bevor ein neues erstellt werden kann.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das gelöscht werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdaten.
- Schaltfläche "Programm löschen" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster mit einer Rückfrage.
- Nach Bestätigen der Rückfrage wird das Programm gelöscht.

Der Programmplatz in der Liste ist jetzt frei. Die Nummer wird nicht mehr aufgeführt.

6.6 Optionale Erweiterungen

Die Grundanlage ist mit folgenden optionalen Funktionen erweiterbar:

Druckanstiegstest

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**", Schaltfläche ">>mehr"

Der Druckanstiegstest kann nur bei → *Zweikammer-Verfahren (Verfahren B)* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Der Druckanstiegstest wird als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

Komparative Druckmessung

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "**Programm erstellen**", Schaltfläche ">>mehr"

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VSP62/63) zeigt während der Sublimation, also bei höher Konzentration bei Wasserdampfmolekülen in der Atmosphäre, eine Abweichnung gegenüber einer kapazitiven Vakuummesssonde (z.B. MKS 722B). Nimmt der Anteil an Wasserdampfmolekülen zum Ende der Haupt-trocknung ab, gleichen sich die Sensoren einander an. Diese Differenz wird ausgewertet und als Indikator zur Erkennung des Trocknungsendes der Haupttrocknung genutzt.

Lecktest

siehe auch Kapitel 6.5.2.1 - "**Sollwerteingaben im manuellen Modus**"

Der Lecktest ist ein Prüfverfahren, mit dem die Kammer der Gefrier-trocknungsanlage auf Dichtheit gegenüber gasförmigen oder flüssigen Medien getestet wird. Da es grundsätzlich keine absolut dichten Teile gibt, wird eine Leckrate bestimmt. Die Parameter für den Lecktest wurden von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen speziell für die Gefrier-trocknungsanlagen entwickelt. In einem ersten Schritt müssen diese Parameter (Vakuum, Eiskondensatortemperatur) erreicht werden. Erst wenn die Bedingungen erfüllt sind, schließt das Drucksteuerventil, und in einem zweiten Schritt wird die eigentliche Dichtheitsprüfung durchgeführt. Die nach Testende errechnete Leckrate gibt Aufschluss über die Dichtheit des Systems.

Programmgeber PGM_{plus}

siehe auch Kapitel 6.5.3 - "**Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus**"

Mit dem Programmgeber PGM_{plus} kann ein kompletter Gefriertrocknungs-prozess vollständig automatisch und unter reproduzierbaren Bedingungen ablaufen.

USB Prozessaufzeichnung

siehe auch (s. Kap. 6.5.2 - "**Gefriertrocknung manuell**"), Absatz "Dialogfenster "Tools""

Diese Funktion ermöglicht die Aufzeichnung des laufenden Prozesses auf ein USB Speichermedium. Prozessdaten können nach beenden der Prozessaufzeichnung auf dem PC mit LyoLog$_{plus}$ betrachtet und ausgedruckt werden. Es ist ebenfalls möglich, die Daten direkt in eine Excel-Datei zu importieren.

LyoControl LC$_{plus}$ Messsystem

Mit Hilfe des LyoControl LC$_{plus}$ Messsystems ist es möglich, den Kristallationszustand des Produktes zu bestimmen. Im flüssigen Zustand ist der elektrische Widerstand sehr gering. Während des Gefrierens steigt der Widerstand an. Der LyoControl-Sensor misst diesen elektrischen Widerstand.

LyoLog$_{plus}$ Messdatenerfassung

LyoLog$_{plus}$ ist eine von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelte Software zur Messdatenaufzeichnung, die speziell auf die Anforderungen der Gefriertrocknung zugeschnitten ist. Neben der graphischen Darstellung der Messwerte des aktuellen wie auch bereits abgeschlossener Prozesse ist auch der Datenexport für weitere Auswertungen möglich.

LPC$_{plus}$ SCADA System

Das LPC$_{plus}$ System besteht aus der von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelten SCADA-Software (Supervisory Control And Data Acquisition) LPC$_{plus}$ und einem dazugehörigen PC. Dieses Prozessleitsystem ist mit der LSC$_{plus}$-Steuerungseinheit der Gefriertrocknungsanlage via Ethernet verbunden und erlaubt sowohl die Bedienung aller Gefriertrocknungsfunktionen wie auch die Prozessaufzeichnung (Messdaten und Ereignisse), Prozessdokumentation und Datensicherung. Weiterhin ermöglicht das System die komfortable Verwaltung von Gefriertrocknungsprogrammen /-rezepten sowie die Benutzerverwaltung.

6.7 Ausschalten

Die Gefriertrocknungsanlage muss sich im Standby-Status befinden.

- Gefriertrocknungsanlage am Netzschalter ausschalten.

7 Störungen und Fehlersuche

Störungen werden im Dialogfenster "Prozess & Anlagenmeldungen" angezeigt (s. Kap. 7.2 - "**Prozess- und Fehlermeldungen**"). Ein akustisches Signal ertönt mit Erscheinen der Fehlermeldung.

- Fehlerquelle beheben (siehe folgende Kapitel).
- Fehlermeldungen quittieren.

7.1 Allgemeine Störungen

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Keine Anzeige auf dem Display	• Netzausfall (s. Kap. 7.1.1 - "**Netzausfall**") • Netzstecker steckt nicht· • Sicherungen haben ausgelöst· • Netzschalter aus	• Netzsicherung überprüfen • Netzstecker fest einstecken • Überprüfen der bauseitigen Sicherungen· • Netzschalter einschalten
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt	• Sensibilität des Panels ist verstellt	• Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**")
Passworteingabe schlägt fehl	• Falsches Passwort eingegeben	• Administrator verständigen· • Bei Verlust des Administratorkennworts: Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**")
Kein ausreichendes Vakuum	• Kleinflanschverbindung(en) nicht korrekt verbunden	• Verbindung lösen, Zentrierring mit innenliegendem Dichtring zentrisch zwischen die Flanschanschlüsse setzen und mit dem Spannring verbinden. Der Zentrierring darf nicht verrutschen oder verkanten
	• Verunreinigungen oder Beschädigungen an der Deckel-/Türdichtung	• Deckel-/Türdichtung reinigen und ggf. austauschen
	• Schliffstopfen der aufgesetzten Trocknungskammer ist nicht korrekt eingesetzt	• Schliffstopfen gleichmäßig und auf die gesamte Dichtfläche verteilt mit Vakuumfett einfetten
Undichtigkeit im Medienablaufventil	• Das Medienablaufventil ist mit Trocknungsrückständen oder Wollteilchen von Putztüchern verunreinigt· • Die O-Ringe sind verschlissen	• Medienablaufventil reinigen (s. Kap. 8.1.1.3 - "**Belüftungsventil, Medienablaufventil**"), ggf. austauschen. • O-Ringe austauschen.
Undichtigkeit in einem Gummiventil	• Verunreinigungen im Ventil	• Ventile einzeln prüfen (s. Kap. 7.1.2.4 - "**Gummiventile**")

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt	• Abgleich fehlerhaft • Vakuummesssonde verunreinigt (z.B. durch Wasserrückstände)· • Vakuummesssonde defekt	• Vakuummesssonde abgleichen (siehe separate Betriebsanleitung der Vakuummesssonde)· • Vakuummesssonde reinigen • Vakuumanzeige mit einem Vergleichsgerät kontrollieren (wenn vorhanden) • siehe Kapitel 7.1.2.5 - "**Vakuummesssonde**"
Vakuumpumpe schaltet nicht zu	• siehe separate Betriebs-anleitung der Vakuumpumpe	• siehe separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur	• Überdruckschalter des Kälteaggregats hat ausgelöst • Thermischer Motorschutz hat ausgelöst	• Anlage abkühlen lassen· • Für ausreichende Luftzirkulation sorgen (s. Kap. 7.1.3 - "**Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur**")

HINWEIS

Sollten sich die Fehler nicht beheben lassen: Christ Service verständigen!

7.1.1 Netzausfall

Die Anlagensteuerung setzt den Prozess nach einem Netzausfall fort. Die vorgewählten Bedingungen bleiben auch beim Prozessablauf gespeichert.

Durch einen Netzausfall während der Trocknung kann die eingesetzte Charge unbrauchbar werden. Ob dies der Fall ist, hängt davon ab, in welcher Trocknungsphase sich das Produkt zur Zeit des Netzausfalls befindet.

- Befindet sich das Gut in der Nachtrocknung, hat der Restwassergehalt einen Wert von 5% erreicht. Unterhalb dieses Wertes wird das Produkt auch bei längerem Stromausfall im Allgemeinen nicht mehr geschädigt.
- Befindet sich das Gut in der Haupttrocknung, sollte die Anlage belüftet und das Gut entnommen und in eine Kühltruhe umgesetzt werden. Vor der weiteren Inbetriebnahme muss das angetaute Kondensat abgelassen werden.

7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum

HINWEIS

Vakuumkontrollen sind bei tiefgekühltem Eiskondensator durchzuführen.

7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen

Ursachen für Undichtigkeiten sind häufig unkorrekt sitzende Kleinflanschverbindungen zwischen Aggregaten und Schlauchverbindungen oder Undichtigkeiten in den Ventilen.

- Verbindungen lösen und den Zentrierring (mit innenliegendem Dichtring) erneut zentrisch zwischen die zu verbindenden Flanschanschlüsse setzen.
- Verbindung mit dem Spannring durch Festziehen der Flügelmutter schließen.
- Der Zentrierring darf dabei nicht verrutschen oder verkanten!

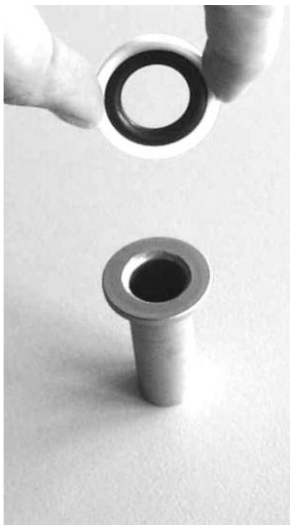


Abb. 67: Kleinflansch und Zentrierring

Abb. 68: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch

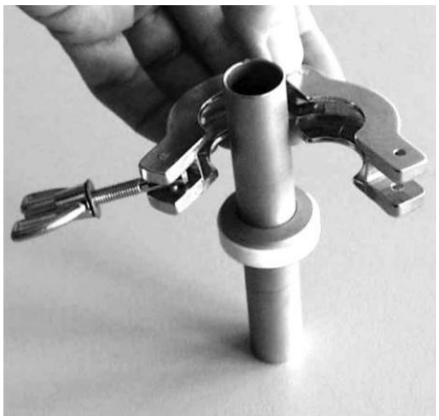


Abb. 69: Ansetzen des Spannrings

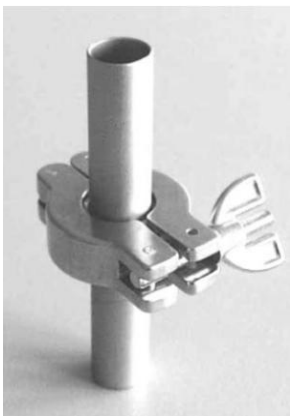


Abb. 70: Festziehen des Spannrings

7.1.2.2 Belüftungsventil, Medienablaufventil

Eine Fehlfunktion des Belüftungs- oder Medienablaufventils kann diverse Ursachen haben. Eine mögliche Ursache sind Verunreinigungen durch Produktrückstände o.ä.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventil reinigen (s. Kap. 8.1.1.3 - "**Belüftungsventil, Medienablaufventil**").
- Anlage wieder in Betrieb nehmen.

Liegt weiterhin eine Undichtigkeit vor, muss die Gefriertrocknungsanlage von authorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").

7.1.2.3 Drucksteuerventil

Eine Fehlfunktion des Drucksteuerventils kann diverse Ursachen haben.

HINWEIS

Die Überprüfung des Ventils muss durch autorisiertes Fachpersonal erfolgen (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**")

7.1.2.4 Gummiventile

Um ein undichtes Gummiventil zu finden, muss jedes Ventil einzeln überprüft werden:

- Gummiventil abziehen und Anschluss an der Trocknungskammer mit einem Gummistopfen verschließen.
- Dichtigkeit unter Vakuum prüfen, bis das undichte Ventil lokalisiert ist.
- Ventil reinigen und ggf. austauschen.

7.1.2.5 Vakuummesssonde

Vakuummesssonden besitzen nur eine begrenzte Lebensdauer und sind als Ersatzteil erhältlich (z.B. VSP62/63, Best.-Nr. 125468).

Überprüfung der Funktionsfähigkeit:

- Vakuummesssonde direkt an den Saugstutzen der Vakuumpumpe anschließen.

Wird ein Enddruck von mind. 0,011 mbar erreicht (bei betriebswarmer Vakuumpumpe), sind Sonde und Vakuumpumpe in Ordnung.

7.1.3 Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur

VORSICHT

Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.

Das Kälteaggregat ist mit einer Schutzeinrichtung gegen Überdruck im Kältesystem und einem thermischen Motorschutz ausgerüstet.

Die Schutzeinrichtungen lösen aus

- bei zu hohen Umgebungstemperaturen
- bei unzureichender Luftzirkulation durch den Kälteanlagen-wärmetauscher
- bei Überlastung des Kältesystems.

Die Kältemaschine wird in diesen Fällen automatisch abgeschaltet. Werden nach einigen Minuten Abkühlzeit die zulässigen Betriebsbedingungen wieder erreicht, schaltet das Kälteaggregat selbständig wieder ein.

Die Störungen werden über das Prozess- und Anlagen Info-Fenster angezeigt.

Die minimale Eiskondensatortemperatur von ca. –55°C bzw. ca. –85°C (je nach Anlagentyp) wird erreicht, wenn der Eiskondensator unbelastet und die Eiskondensatorkammer evakuiert ist.

7.2 Prozess- und Fehlermeldungen

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Fehlermeldungen der **LSC$_{plus}$**-Steuerung werden in vollem Umfang durch die Steuerung angezeigt und sind dieser Betriebsanleitung deshalb nicht beigefügt.

Sie können diese Unterlagen im Internet unter www.martinchrist.de mit dem Formular "Serviceanforderung" bei uns anfordern.

7.3 Kontakt im Servicefall

Bei Rückfragen, bei Störungen oder Ersatzteilanfragen:

aus Deutschland:

- Nutzen Sie die Serviceanforderung online unter www.martinchrist.de → [Servicebereich]

oder setzen Sie sich in Verbindung mit

- Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
  An der Unteren Söse 50
  37520 Osterode
  Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-44 44
  E-Mail: support.lab@martinchrist.de

außerhalb Deutschlands:

- Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter
  www.martinchrist.de → [Kontakte] → [Auslandsvertretungen]

HINWEIS

- Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.
- Serviceanforderung direkt über das Internet nutzen (siehe oben).

8 Wartung und Instandhaltung

Gefriertrocknungsanlage und Zubehör sind hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Eine sorgfältige Pflege durch den Benutzer verlängert die Lebensdauer und verhindert den vorzeitigen Ausfall.

VORSICHT

Kommt es wegen mangelnder Pflege zu Korrosionsbildung oder Folgeschäden, kann beim Hersteller kein Garantieanspruch und keine Haftung geltend gemacht werden.

- Zur Reinigung der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs Seifenwasser oder andere wasserlösliche, milde Reinigungsmittel verwenden.
- Keine ätzenden und aggressiven Stoffe verwenden.
- Keine Lösemittel verwenden.
- Keine Mittel mit Scheuer- oder Schürfbestandteilen verwenden.
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör dürfen keiner intensiven UV-Strahlung (z.B. Sonneneinstrahlung) sowie thermischen Belastungen (z.B. durch Wärmeerzeuger) ausgesetzt werden.
- Die Anlage darf zum Reinigen nicht auf den Kopf gestellt werden.

8.1 Wartungsarbeiten

8.1.1 Gefriertrocknungsanlage

- Vor der Reinigung der Gefriertrocknungsanlage Gerät am Netzschalter ausschalten und den Netzstecker ziehen.
- Produktrückstände sorgfältig mit einem Tuch entfernen.
- Innenraum der Gefriertrocknungsanlage bei einer Kontamination durch toxische, radioaktive oder pathogene Substanzen sofort mit einem geeigneten Dekontaminationsmittel (abhängig von der Art der Verunreinigung) reinigen (s. Kap. 8.2 - "**Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör**").

WARNUNG

Zum Eigenschutz unbedingt entsprechende Vorsichtsmaßnahmen einhalten, falls die Gefahr der toxischen, radioaktiven oder pathogenen Kontamination besteht.

- Deckel oder Beladetür bei Nichtgebrauch des Gerätes öffnen, damit eventuell vorhandene Feuchtigkeit entweichen kann.

8.1.1.1 Eiskondensatorkammer

Vor jeder Inbetriebnahme muss dafür gesorgt werden, dass sich kein Wasser in der Eiskondensatorkammer befindet.

- Medienablaufventil öffnen, um eventuell angesammelte Flüssigkeit abzulassen, und wieder verschließen.
- Falls erforderlich, Eiskondensatorkammer mit einem Tuch auswischen.

8.1.1.2 Trocknungskammer

Die Trocknungskammern sind mit der Splitterschutzfolie LYO CHAMBER GUARD ausgestattet.

- Um Schäden an der Folie zu vermeiden, zur Reinigung nur Wasser und handelsübliche Fensterreinigungsmittel und weiche synthetische Schwämme , weiche Tücher oder Gummiwischer verwenden. Keinesfalls Mittel mit Scheuerbestandteilen, harte Schwämme, grobe Tücher oder Bürsten verwenden!
- Trocknungskammer mit LYO CHAMBER GUARD niemals trocken reinigen.

Abb. 71: Dieser Aufkleber weist darauf hin, dass die Trocknungskammer mit der Splitterschutzfolie ausgestattet ist.

8.1.1.3 Belüftungsventil, Medienablaufventil

Verunreinigungen wie festgesetzte Produktrückstände o.ä. können Ursache für ein unzureichendes Vakuum sein. In diesem Fall müssen das Belüftungsventil und/oder das Medienablaufventil gereinigt werden.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventileinsatz herausschrauben.
- Verunreinigungen am Ventileinsatz und in der Ventilöffnung mit einem Papiertuch entfernen.
- O-Ringe reinigen und auf Beschädigungen untersuchen. Beschädigte O-Ringe müssen ausgetauscht werden.

1 Ventilöffnung
2 Ventileinsatz
3 O-Ringe

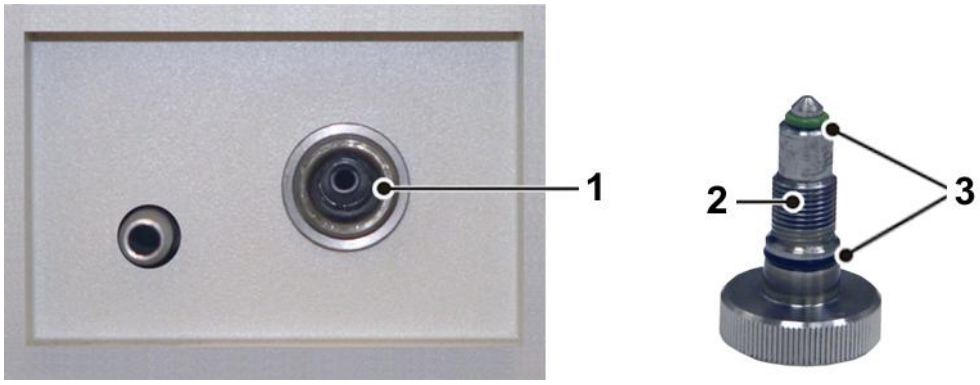


Abb. 72: Ventilöffnung und Ventileinsatz mit O-Ringen (Bespielabbildung, variiert je nach Anlagentyp)

- Ventileinsatz wieder einsetzen.
- Gefriertrocknungsanlage wieder in Betrieb nehmen.

Wird weiterhin nur ein unzureichendes Vakuum erreicht, muss die Gefriertrocknungsanlage von authorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.1.2.2 - "**Belüftungsventil, Medienablaufventil**").

8.1.1.4 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen

Um das von der Kälteanlage komprimierte Kältemittel abzukühlen, wird ein lamellierter Wärmetauscher eingesetzt. Er befindet sich auf der Geräterückseite (s. Kap. 2.1.1 - "**Funktions- und Bedienelemente**") und wird mit Luft gekühlt.

Staub und Schmutz behindern die Kühlung durch den Luftstrom. Staubbelag auf den Lamellen verhindert den Wärmeaustausch und damit die Leistungsfähigkeit der Kälteanlage. Größere Verunreinigungen können einen Ausfall der Anlage verursachen.

Der gewählte Aufstellungsort sollte deshalb möglichst sauber sein.

- Wärmetauscher mindestens einmal monatlich auf Verschmutzungen überprüfen und gegebenenfalls reinigen.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").

8.1.2 Vakuumpumpe

HINWEIS

Separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe beachten!

Die Belastung der Vakuumpumpe in Verbindung mit einer Gefriertrocknungsanlage ist in der Regel nicht besonders hoch. Deshalb können die Empfehlungen in dieser Betriebsanleitung von den Angaben der Pumpenhersteller abweichen.

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen an der Vakuumpumpe regelmäßig folgende Wartungsarbeiten durchgeführt werden:

- Ölstand der Vakuumpumpe einmal wöchentlich kontrollieren, gegebenenfalls fehlendes Öl nachfüllen.
- Während des Betriebs der Pumpe auf Laufgeräusche achten.
- Ölwechsel sind grundsätzlich bei betriebswarmer Pumpe durchzuführen.
- Der erste Ölwechsel ist nach ca. 100 Betriebsstunden vorzunehmen.
- Die weiteren Ölwechsel richten sich nach den Betriebsbedingungen. Im Allgemeinen ist ein Intervall von 500 bis 1.000 Betriebsstunden ausreichend.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").

8.1.3 Ölnebelabscheider (Auspufffilter)

HINWEIS

Separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe / des Ölnebelabscheiders beachten!

Der austretende Ölnebel, der von der Vakuumpumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird, muss ins Freie oder in einen Abzug geleitet werden. Ist dies nicht möglich, muss die Pumpe mit einem Ölnebelabscheider (Auspufffilter) ausgerüstet sein.

- Flüssigkeitsstand im Auffangbehälter des Filters beobachten.
- Kondensat rechtzeitig entfernen (siehe Angaben des Herstellers in der separaten Betriebsanleitung).

8.1.4 Vakuummesssonde

HINWEIS

Separate Betriebsanleitung der Vakuummesssonde beachten!

Die Vakuummesssonde hat nur eine begrenzte Lebensdauer. Insbesondere kohlenstoffhaltige Substanzen wie z.B. alkoholische Verbindungen verkürzen die Lebensdauer extrem.

- Die Vakuummesssonde ist wartungsfrei.
- Äußere Verschmutzungen mit einem Tuch entfernen.

8.1.5 Zubehör

VORSICHT

Die besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei der Pflege des Zubehörs sind unbedingt zu beachten.
Es handelt sich hierbei um Maßnahmen zur Wahrung der Betriebssicherheit!

Chemische Reaktionen sowie Druckkorrosion (Kombination von wechselndem Druck und chemischer Reaktion) können das Gefüge der Metalle und Kunststoffteile angreifen bzw. zerstören. Kaum nachweisbare Risse an der Oberfläche vergrößern sich und schwächen das Material, ohne deutlich sichtbare Anzeichen dafür zu hinterlassen.

- Das Material muss daher regelmäßig (mindestens einmal monatlich) überprüft werden auf
  - Rissbildung
  - sichtbare Gefügezerstörungen an der Oberfläche
  - Druckstellen
  - Korrosionserscheinungen
  - sonstige Veränderungen.
- Beschädigte Teile im Interesse der eigenen Sicherheit unverzüglich austauschen.
- Flüssigkeiten, die Korrosion verursachen können, müssen unverzüglich von den Zubehörteilen abgespült werden.
- Zubehör außerhalb der Gefriertrocknungsanlage reinigen; am besten nach jedem Gebrauch, mindestens aber einmal wöchentlich.

8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör

- Handelsübliche Desinfektionsmittel, wie z.B. Incidur®,, Meliseptol®, Sagrotan®, Buraton® oder Terralin® (im Laborfachhandel erhältlich) verwenden.
- Die Gefriertrocknungsanlage und das Zubehör bestehen aus unterschiedlichen Materialien. Mögliche Unverträglichkeiten sind zu beachten.
- Bevor andere als die von uns empfohlenen Reinigungs- und Desinfektionsmittel angewendet werden, hat sich der Anwender beim Hersteller zu vergewissern, dass das Verfahren das Gerät nicht schädigt.
- Fragen Sie im Zweifelsfall beim Hersteller an (s. Kap. 7.3 - "**Kontakt im Servicefall**").

GEFAHR

Bei Verwendung von Gefahrenstoffen (z.B. infektiöse und pathogene Substanzen) besteht die Pflicht zur Desinfektion der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs.

8.3 Instandhaltungsarbeiten

GEFAHR

Bei Instandhaltungsarbeiten, die die Entfernung der Verkleidung erfordern, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags oder mechanischer Verletzungen. Solche Arbeiten sind ausschließlich qualifiziertem Fachpersonal vorbehalten.

Die Gefriertrocknungsanlage ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Um der starken Beanspruchung standzuhalten, werden bei der Fertigung hochwertige Bauteile eingesetzt. Trotzdem kann es zu Verschleißerscheinungen kommen, die von außen nicht sichtbar sind.

Wir empfehlen daher, die Gefriertrocknungsanlage im Rahmen einer Inspektion durch den Hersteller einmal jährlich im Betriebszustand und im Dreijahresrhythmus im zerlegten Zustand prüfen zu lassen.

Diese Dienstleistung kann auch im Rahmen eines Wartungsvertrages vereinbart werden (s. Kap. 8.3.1 - "**Christ Wartungsvertrag**").

Informationen und Terminabsprachen
in Deutschland:

- Nutzen Sie die Serviceanforderung online unter www.martinchrist.de → [Servicebereich]

oder setzen Sie sich in Verbindung mit

- Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
  An der Unteren Söse 50
  37520 Osterode
  Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-44 44
  E-Mail: support.lab@martinchrist.de

außerhalb Deutschlands:

- Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter
  www.martinchrist.de → [Kontakte] → [Auslandsvertretungen]

HINWEIS

- Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.
- Serviceanforderung direkt über das Internet nutzen (siehe oben)

8.3.1 Christ Wartungsvertrag

Mit dem CHRIST Wartungsvertrag bietet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine Dienstleistung an, die über die normale Pflege und Wartung des Anwenders hinaus einen zuverlässigen Betrieb der Gefriertrocknungsanlage gewährleistet.

Eine vertragliche Wartung durch einen unserer Servicetechniker beinhaltet die Inspektion der Christ Gefriertrocknungsanlage gemäß folgender Spezifizierung:

- Prüfung gemäß BGV A3 (elektrische Anlagen und Betriebsmittel)
- Prüfung des allgemeinen Zustands
- Prüfung von mechanischen Funktionen
- Prüfung des Kältesystems
- Prüfung des Vakuumsystems inkl. Vakuummesssonde und Vakuumanzeige
- Prüfung der Kompressor- und Vakuumpumpenaufhängung
- Prüfung der Betriebsmittel-Füllstände
- Prüfung des Zubehörs
- Durchführung eines Probelaufs
- Ausfertigung eines Serviceberichts

Die Terminverfolgung wird durch die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH organisiert.

Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie bei der Christ Serviceleitung (Kontakt siehe oben).

Dieses Angebot gilt nur für Deutschland. Aus dem Ausland setzen Sie sich bitte mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung (siehe oben).

8.4 Rücksendung defekter Teile

Trotz aller Sorgfalt bei der Fertigung unserer Produkte ist es hin und wieder notwendig, das Gerät oder ein Zubehörteil an den Hersteller zurückzusenden.

Um eine Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör zügig und wirtschaftlich bearbeiten zu können, benötigen wir vollständige und umfassende

Angaben zum Vorgang. Füllen Sie deshalb die nachfolgend aufgeführten Formulare komplett und sorgfältig aus und senden Sie sie zusammen mit dem Produkt zurück an:

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode (Deutschland)

1. **Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers (Dekontaminationserklärung)**
   Als zertifiziertes Unternehmen und aufgrund gesetzlicher Vorschriften zum Schutz unserer Mitarbeiter und der Umwelt sind wir verpflichtet, für alle Wareneingänge die Unbedenklichkeit zu dokumentieren. Zu diesem Zweck benötigen wir eine Dekontaminationserklärung.
   - Das Formular muss von autorisiertem Fachpersonal vollständig ausgefüllt und abgezeichnet werden.
   - Bringen Sie das Original gut sichtbar außen an der Verpackung an.

HINWEIS

Liegt der Rücksendung keine entsprechende Erklärung bei, führen wir eine kostenpflichtige Dekontamination zu Ihren Lasten durch!

2. **Formular zur Rücksendung defekter Teile**
   Auf diesem Formular werden die produktbezogenen Daten eingetragen. Sie erleichtern die Zuordnung und ermöglichen eine zügige Abwicklung der Rücksendung. Werden mehrere Teile in einem Paket zurückgeschickt, sollte zu jedem defekten Teil eine separate Fehlerbeschreibung beigefügt werden.
   - Eine ausführliche Fehlerbeschreibung ist notwendig, um die Reparatur zügig und wirtschaftlich durchzuführen.
   - Vermerken Sie auf diesem Formular unbedingt in dem vorgegebenen Feld, wenn ein Kostenvoranschlag gewünscht wird. Kostenvoranschläge werden nur auf ausdrücklichen Wunsch und gegen Berechnung erstellt. Bei Auftragserteilung werden die Kosten verrechnet.

3. **Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)**
   Auf Ihren Wunsch beauftragen wir eine Spedition mit der Abholung des Gerätes. In diesem Fall füllen Sie den Abholauftrag aus und senden das Formular per E-Mail oder Fax an uns zurück.

HINWEIS

Das Gerät muss transportsicher verpackt werden, am besten in der Originalverpackung.

Wird das Produkt in einer ungeeigneten Verpackung an uns gesendet, erfolgt die Neuverpackung für den Rücktransport zu Ihren Lasten.

Die Formulare stehen als Online Formular-Download unter www.martinchrist.de → [Servicebereich] zur Verfügung

9 Entsorgung

9.1 Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage

Die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist als Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten registriert, die ausschließlich für den gewerblichen Gebrauch bestimmt sind.

- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

9.2 Entsorgung der Verpackung

- Die Verpackung muss nach Werkstoffen getrennt entsorgt werden.
- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

10 Technische Daten

Hersteller:	Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH An der Unteren Söse 50 37520 Osterode	
Gerätetyp:	**Gamma 1-16 LSC$_{plus}$**	**Gamma 2-16 LSC$_{plus}$**
Bestellnummer:	102210	102211

Leistungsdaten	**Gamma 1-16 LSC$_{plus}$**	**Gamma 2-16 LSC$_{plus}$**
Eiskondensator - Kapazität: - Leistung: - Temperatur: - Kammervolumen:	 max. 16 kg max. 12 kg / 24 h ca. –60°C ca. 30 l	 max. 16 kg max. 12 kg / 24 h ca. –85°C ca. 30 l
Temperatur des Eiskondensators während der Heißgasabtauung:	ca. +60°C	ca. +60°C
Stellflächentemperierung: Gefrieren und bei Trocknung innerhalb der Eiskondensator-kammer *(→ Verfahren A)*	ca. –25°C bis +60°C	ca. –50°C bis +60°C
Stellflächentemperierung: Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer *(→ Verfahren B)*	Raumtemperatur bis +60°C	Raumtemperatur bis +60°C
Max. Stellfläche: *(→ Verfahren A)* - Trocknung innerhalb der Eiskondensatorkammer - bei Trocknung in Injektions-flaschen mit Verschließen unter Vakuum oder Stickstoff-atmosphäre innerhalb der Eiskondensatorkammer	 5 Stellflächen à ∅ 200 mm A_{ges}=0,155 m^2 2 Stellflächen à ∅ 250 mm, A_{ges}=0,09 m^2	 5 Stellflächen à ∅ 200 mm A_{ges}=0,155 m^2 2 Stellflächen à ∅ 250 mm, A_{ges}=0,09 m^2
Max. Stellfläche: *(→ Verfahren B)*: - Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer - bei Trocknung in Injektions-flaschen mit Verschließen unter Vakuum oder Stickstoff-atmosphäre außerhalb der Eiskondensatorkammer - bei Trocknung in Rundkolben	 8 Stellflächen à Ø 375 mm A_{ges}=0,88m^2 4 Stellflächen à ∅ 250 mm, A_{ges}=0,18 m^2 12 Stück bzw. 24 oder 36 Stück	 8 Stellflächen à Ø 375 mm A_{ges}=0,88m^2 4 Stellflächen à ∅ 200 mm, A_{ges}=0,18 m^2 12 Stück bzw. 24 oder 36 Stück

Anschlussdaten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)	Gamma 1-16 LSC$_{plus}$	Gamma 2-16 LSC$_{plus}$
Elektrischer Anschluss:	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)
Schutzklasse:	I	I
IP-Schutzart gemäß DIN 60529:	11	11
Nennleistung:	auf Anfrage	1,45 kVA
Nennstrom:	auf Anfrage	6,5 A
Netzsicherung:	14 A	14 A
Anschluss Vakuumpumpe:	230 V, 50/60 Hz, max. 2 A	230 V, 50/60 Hz, max. 2 A

Füllmengen	Gamma 1-16 LSC$_{plus}$	Gamma 2-16 LSC$_{plus}$
Kältemittel	siehe Typenschild	siehe Typenschild

Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)	Gamma 1-16 LSC$_{plus}$	Gamma 2-16 LSC$_{plus}$
Abmessungen der Anlage - Höhe: - Breite: - Tiefe:	 485 mm 860 mm 650 mm (inkl. Vakuumflanschanschluss)	 485 mm 860 mm 650 mm (inkl. Vakuumflanschanschluss)
Gewicht:	ca. 135 kg	ca. 160 kg
Geräuschpegel nach DIN 45635:	56 dB(A)	56 dB(A)
Funkentstört gemäß EN 55011:	Klasse B	Klasse B
Wärmeabgabe:	min. 0,75 kW max. 1,3 kW	min. 1,6 kW max. 2,2 kW

Betriebsmittelanschlüsse	Gamma 1-16 LSC$_{plus}$	Gamma 2-16 LSC$_{plus}$
Vakuumanschluss:	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)
Medienablaufventil:	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)
Belüftungsventil:	Schlauchtülle DN4 (max. Außendurchmesser 8 mm)	Schlauchtülle DN4 (max. Außendurchmesser 8 mm)
Vakuummesssonde:	SUB D-9 VSP 62	SUB D-9 VSP 62
Datenschnittstelle (LAN):	RJ 45	RJ 45

Sonderausstattung: Wasserkühlung	Gamma 1-16 LSC_{plus}	Gamma 2-16 LSC_{plus}
Bestellnummer:	102211	102212
Kühlwasserverbrauch:	max. 0,17 m^3/h	max. 0,27 m^3/h
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme:	1,3 kW	2,2 kW
Anschluss Kühlwasserzulauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Anschluss Kühlwasserrücklauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13

10.1 Umgebungsbedingungen

- Die Daten gelten für eine nominale Umgebungstemperatur von +20°C.
- Zulässige Umgebungstemperatur +10°C bis +25°C.
- Max. Luftfeuchte 85% (nicht kondensierend) bei +25°C.

10.2 Technische Dokumentation

Die technische Dokumentation dieser Gefriertrocknungsanlage (z.B. Stromlaufpläne, Kälteschema) sowie die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger sind dieser Betriebsanleitung nicht beigefügt.

Die Unterlagen können im Internet unter www.martinchrist.de mit dem Formular **"Serviceanforderung"** anfordert werden.

11 Anhang

11.1 Mathematische Zusammenhänge

Den unter dem Menüpunkt "Programmgeber " (s. Kap. 6.5.3 - "**Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus**") ablaufenden automatischen Vorgängen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

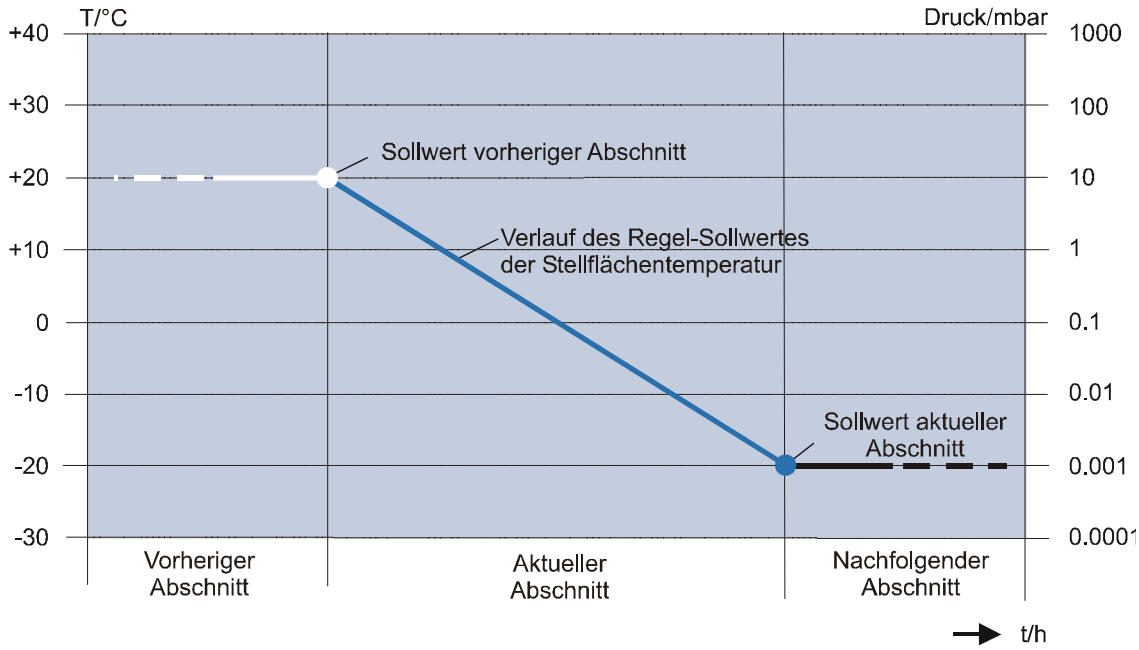


Abb. 73 Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

Berechnung des Regelsollwerts und der Steigung für Temperatur:

$$Steigung = \frac{Sollwert\ aktueller\ Abschnitt - Sollwert\ vorheriger\ Abschnitt}{Abschnittszeit\ des\ aktuellen\ Abschnitt} \quad [°C/min]$$

$$\text{Re}\, gelsollwert = Soll.vorherigerAbs + verstricheneAbschnittszeit.Steigerung[°C]$$

Beispiel:

Abschnitt	Sollwerte	
	Abschnittzeit [h:min]	Temperatur [°C]
vorheriger	...	30
aktueller	1:00	60

$$Steigerung = \frac{60°C - 30°C}{60\,\text{min}} = \frac{30°C}{60\,\text{min}} = 0{,}5°C/\,\text{min}$$

Somit ergibt sich z.B. nach 30 Minuten verstrichener Abschnittszeit ein Regelsollwert für die Temperatur von:

$$Regelsoll_{(t=30\,\text{min})} = 30°C + 30\,\text{min} \cdot 0.5°C/\,\text{min} = 45°C$$

Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum:

$$Regelsoll = 10^{LOG10(Soll.vorh.\ Abs.) + \left(\frac{LOG10(Soll.akt.\ Abs.) - LOG10(Soll.vorh.\ Abs.)}{Abschnittszeit\ des\ aktuellen\ Abschnitt}\right) \cdot verstrichene\ Abschnittszeit} \quad [mbar]$$

11.2 Kurzbedienungsanleitung

Funktions- und Bedienelemente:

1 Eiskondensator-kammer
2 LSC_{plus}-Bedienoberfläche

Abb. 74: Gesamtansicht der Gefriertrocknungsanlage

3 Touch panel

Abb. 75: Bedienoberfläche mit Touch panel

4 Kontaktbolzen
5 Rohranschluss für die Vakuumpumpe (hinter Prellblech)
6 Vakuummesssonde
7 Eiskondensator

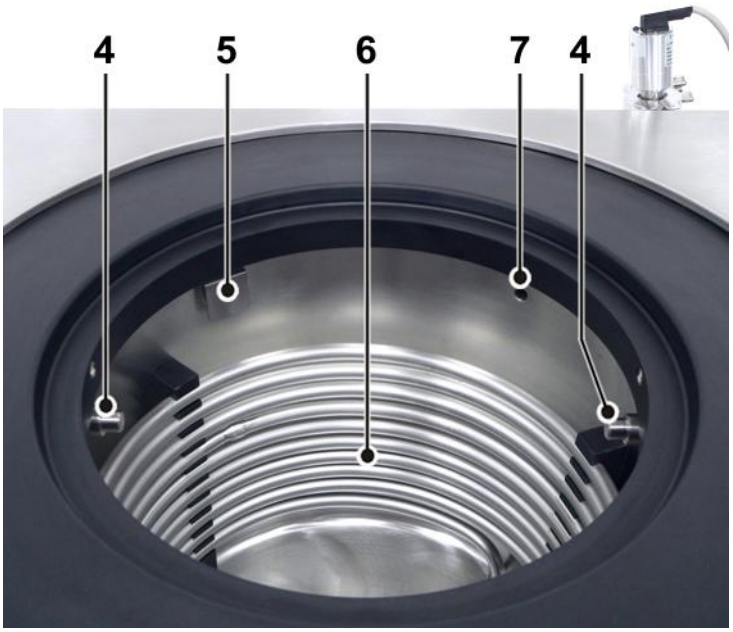


Abb. 76: Eiskondensatorkammer

8 Steuerung ein/aus (Netzschalter)

Abb. 77: rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

9 Belüftungsventil
10 Medienablaufventil

Abb. 78: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

11 Serielle Schnittstelle
12 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
13 Typenschild
14 Wärmetauscher des Kälteaggregats (hinter der Verkleidung)
15 Vakuummesssonde
16 Option: Anschluss für Hebevorrichtung
17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
18 Vakuumanschluss
19 Netzabsicherung
20 Netzkabel
21 Potentialausgleichs-schraube

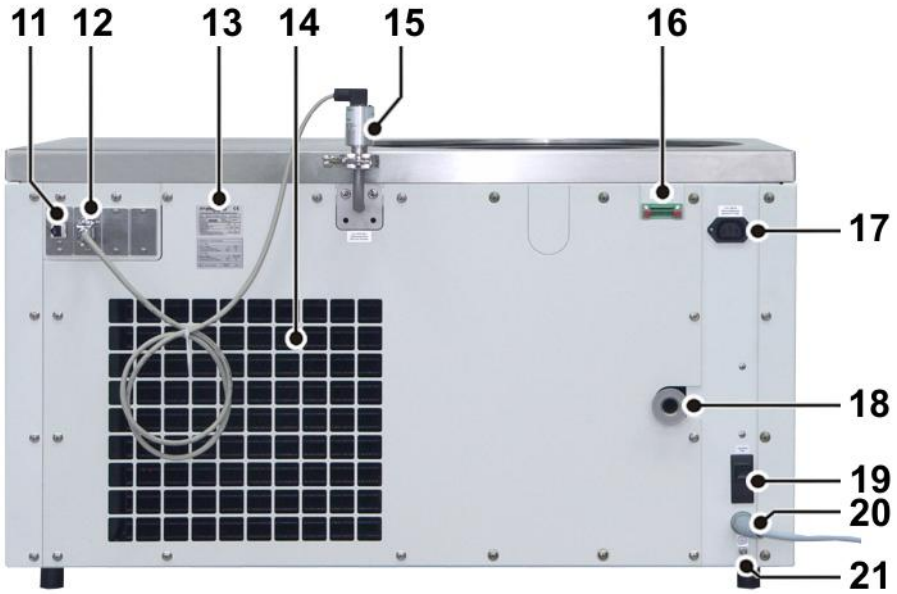


Abb. 79: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

1 Statuszeile
2 Prozess-Sollwerte
3 Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
4 Istwerte aktueller Prozess
5 Schaltfläche "Tools"
6 Schaltfläche "Anlagenschema"
7 Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen"
8 Schaltfläche "Betriebsart / Start"
9 Schaltfläche "Stopp"

Abb. 80: Bedienoberfläche LSC$_{plus}$

Schritt für Schritt – Stellflächentrocknung

1 Probe separat, z.B. in einer Tiefkühltruhe, gefrieren.

HINWEIS

Die Schichtdicke von 1 – 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer verlängert wird

2 Die Eiskondensatorkammer prüfen, sie darf keine Wasserrückstände aufweisen.
3 Das Medienablaufventil schließen und die Bodenplatte auflegen.
4 Anlage 20 – 30 min vor Trocknungsbeginn einschalten, damit die Vakuumpumpe warmläuft.
5 Das Plattengestell auf die Bodenplatte stellen.
6 Gefrorene Proben schnellstens aus der Tiefkühltruhe zur Gefriertrocknungsanlage transportieren und auf die Stellflächen stellen.

HINWEIS

Empfehlung: Produktbehälter auf den Aluminium-Stellflächen oder besser das gesamte Tragegestell mit Stellflächen in der Tiefkühltruhe lagern; der Vorteil: durch die hohe Kältespeicher-Kapazität des Aluminium-Materials bleibt das Produkt längere Zeit gefroren, somit erfolgt kein Auftauen der Probe

7 Trocknungskammer aufsetzen; vorher prüfen ob sich keine Schmutzpartikel auf dem O-Ring befinden. Der Schliffstopfen der Acrylglasglocke muss mit Hochvakuumfett eingefettet sein.
8 Prüfen, ob sämtliche Ventile an der Acrylglasglocke geschlossen sind.
9 Prüfen, ob das Belüftungsventil geschlossen ist.
10 Prüfen, ob das Medienablaufventil geschlossen ist.

11 Die Haupttrocknung starten, indem entweder das Handabsperrventil geöffnet wird oder das elektromagnetische Ventil sich öffnet. An die Kammer wird Vakuum angelegt, und die Gefriertrocknung startet.

HINWEIS

Die Vakuumpumpe arbeitet immer mit max. Leistung. Es ist keine Regelung bei dieser Anlage möglich

12 Auf dem Bedienfeld wird angezeigt, welches Vakuum sich einstellt, welche Temperatur der Eiskondensator hat und in welchem Modus gearbeitet wird.

13 Das Ende ist erreicht, wenn der Eiskondensator nicht mehr belastet wird und wieder eine Endtemperatur von ca. – 50°C bis – 54°C erreicht. Der Druck sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.

14 Die Vakuumpumpe abschalten und die Trocknungskammer über das Medienablaufventil oder ein Gummiventil belüften.

15 Anlage am Netzschalter ausschalten und das Produkt entnehmen.

16 Anlage wieder einschalten und Abtauvorgang starten (Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten – Abtauen").

VORSICHT

Es darf kein Wasser in den Rohranschluss für die Vakuumpumpe oder Vakuummesssonde gelangen.

17 Über das Medienablaufventil an der linken Seite der Anlage das Abtauwasser ablassen. Dazu einen Schlauch auf die Schlauchtülle ziehen und das Abtauwasser in einem Behälter auffangen.

18 Anlage bei Nichtgebrauch offen stehen lassen (ohne Deckel oder Trocknungskammer), damit evtl. Feuchtigkeit entweichen kann. Dies erhöht die Lebensdauer der Vakuummesssonde.

Schritt für Schritt – Kolbentrocknung

1 Probe separat, z.B. in einer Tiefkühltruhe, gefrieren.

HINWEIS

Die Schichtdicke von 1 – 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer verlängert wird.

2 Die Eiskondensatorkammer prüfen, sie darf keine Wasserrückstände aufweisen.

3 Trocknungskammer aufsetzen; vorher prüfen ob sich keine Schmutzpartikel auf dem O-Ring befinden. Der Schliffstopfen der Acrylglasglocke muss mit Hochvakuumfett eingefettet sein.

4 Prüfen, ob sämtliche Ventile geschlossen sind.
5 Vakuumpumpe 20 – 30 min vor der Gefriertrocknung warmlaufen lassen.
6 Eine gefrorene Probe an ein Ventil anschließen.

VORSICHT

Nachdem ein Druck von 1,030 mbar unterschritten ist, kann eine gefrorene Probe an ein Ventil angeschlossen werden. Erst wenn der Druck wieder kleiner als 1,030 mbar ist, kann die nächste gefrorene Probe an ein weiteres Ventil angeschlossen werden.

HINWEIS

Die Vakuumpumpe arbeitet die ganze Zeit weiter.

Die Vakuumpumpe arbeitet immer mit max. Leistung. Es ist keine Regelung bei dieser Anlage möglich.

7 Auf dem Bedienfeld wird angezeigt, welches Vakuum sich einstellt, welche Temperatur der Eiskondensator hat und in welchem Modus gearbeitet wird.
8 Das Ende ist erreicht, wenn der Eiskondensator nicht mehr belastet wird und die Endtemperatur von ca. –50°C bis – 54°C erreicht. Der Druck sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.

HINWEIS

Die Trocknungszeit ist abhängig von der Schichtdicke der Probe, des Feststoffgehaltes des Probe und der Wärme, die während der Trocknung zugeführt wird. Bei einer Schichtdicke von 1 cm dauert die Gefriertrocknung in der Regel 24 h

9 Die Vakuumpumpe abschalten und die Trocknungskammer über das Medienablaufventil oder ein Gummiventil belüften.
10 Anlage am Netzschalter ausschalten und das Produkt entnehmen.
11 Anlage wieder einschalten und Abtauvorgang starten (Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten – Abtauen").

VORSICHT

Es darf kein Wasser in den Rohranschluss für die Vakuumpumpe oder Vakuummesssonde gelangen.

12 Über das Abtauwasserventil an der linken Seite der Anlage das Abtauwasser ablassen. Dazu einen Schlauch auf die Schlauchtülle ziehen und das Abtauwasser in einem Behälter auffangen.
13 Anlage bei Nichtgebrauch offen stehen lassen (ohne Deckel oder Trocknungskammer), damit evtl. Feuchtigkeit entweichen kann. Dies erhöht die Lebensdauer der Vakuummesssonde.

11.3 EG-Konformitätserklärung

CHRIST Gefriertrocknungsanlagen Rotations-Vakuum-Konzentratoren

EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang II, Teil 1, Abschnitt A

Das nachfolgend bezeichnete Produkt wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der aufgeführten EG-Richtlinien.
Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung oder einer nicht bestimmungsgemäßen Anwendung verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Produktbezeichnung:	Gefriertrocknungsanlage
Produkttyp:	Gamma 1-16 LSCplus Gamma 2-16 LSCplus
Bestellnummer:	102210, 102212, 102214, 102216, 102218, 102220, 102226 102211, 102213, 102215, 102217, 102219, 102221, 102227
Richtlinien:	2006/42/EG Maschinenrichtlinie 2006/95/EG Niederspannungsrichtlinie 2004/108/EG EMV Richtlinie

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode

CE-Bevollmächtigter
S. Krippendorff

Osterode, 19.11.2012

M. Christ – Geschäftsleitung

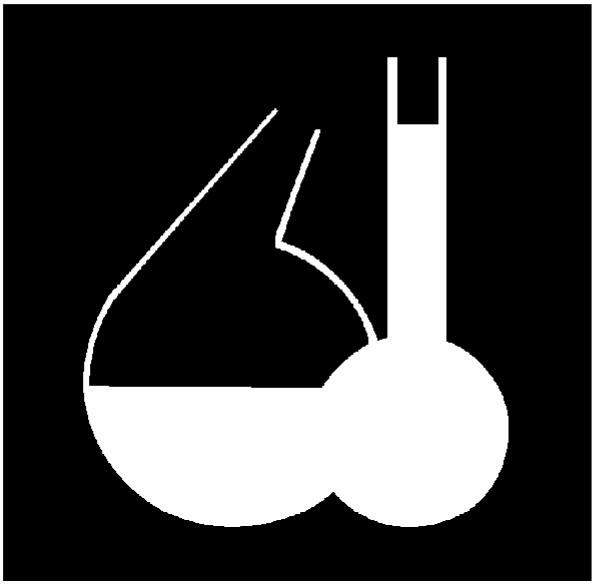
Gamma1-16_2-16LSCplus_2012-11-19_de.doc

11.4 Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit Plexiglas

EVONIK INDUSTRIES

Spannungsriss- und Chemikalienbeständigkeit

PLEXIGLAS® GS
PLEXIGLAS® XT
PLEXIGLAS RESIST® XT



Inhalt
Diese Schrift fasst das chemische Verhalten unserer Halbzeuge-Gruppen zusammen, indem deren Spannungsrissbildungsergebnisse und Chemikalienbeständigkeiten für eine Reihe von chemischen Agenzien in Listen übersichtlich dargestellt werden und eine Gesamtbeurteilung erfolgt.

Anmerkungen

Kurzaussagen zur Chemikalienbeständigkeit alleine gegen teils weitere Substanzen, z. B. auch Markenartikel, liegen zusätzlich vor in der Druckschrift "Chemisches Verhalten, PLEXIGLAS® GS und XT" (Kenn-Nr. 211-1).

Die physikalischen Eigenschaften sind den jeweiligen "Produktbeschreibungen" zu den einzelnen Halbzeugen zu entnehmen, die bei den Lieferanten angefordert werden können.

Bei der Anwendung unserer Produkte sind außerdem zu beachten:
- die regional gültigen Bauvorschriften und Immissionsschutzgesetze
- zutreffende Normen
- Gewährleistungen nach VOB oder BGB
- Berufsgenossenschafts-Richtlinien u. a.

Für die Markterhältlichkeit der genannten Produkte gelten die jeweils aktuellen Lieferprogramme der Halbzeuge.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 **Einleitung** 1.1 Chemikalienbeständigkeit 1.2 Spannungsrissbildung	**(variiert je nach Einstellung von PC und Drucker)**
2 **Prüfergebnisse** 2.1 Zeichenerklärung 2.2 Ergebnislisten	

1 Einleitung

Für viele Anwendungen von PLEXIGLAS® entsteht die Frage nach der Beständigkeit beim Kontakt mit bestimmten Agenzien bzw. Werkstoffen, da diese letztendlich über die Zulässigkeit eines geplanten Einsatzzweckes mitentscheidet.
Zur Beurteilung dient hierfür meistens das unter normierten Bedingungen durchgeführte Laborexperiment, das einerseits einen Vergleich der Wirkung verschiedener Agenzien erlaubt, andererseits aber auch einen Vergleich der Wirkung auf verschiedene Kunststoffe, z. B. PLEXIGLAS®.

1.1 Chemikalienbeständigkeit

Die einfachste Möglichkeit, Wirkungen dieser Art zu untersuchen, besteht darin, Prüfkörper ohne zusätzliche Belastung mit den entsprechenden Agenzien in Kontakt zu bringen, d. h. sie in Flüssigkeiten einzutauchen oder aber bei Feststoffen diese auf die Oberfläche aufzulegen. Man spricht dann im allgemeinen von der Prüfung der Chemikalienbeständigkeit oder Fleckunempfindlichkeit.

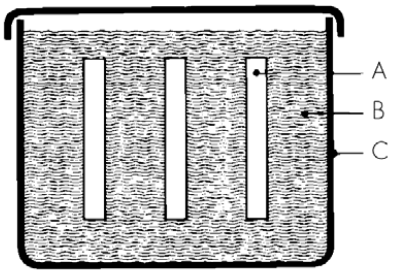
Als Beurteilungskriterien dienen die nach Lagerung entstandenen Veränderungen des Aussehens, Gewichtes und der Festigkeit.
Einwirkungsdauer, Temperatur und Konzentration des einwirkenden Stoffes beeinflussen das Ergebnis sehr stark. Um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, müsste man die im praktischen Anwendungsfall vorliegenden Bedingungen - Zeit, Temperatur und Konzentration - exakt nachstellen. Dies ist allerdings nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Damit man im Versuch zu möglichst kurzen Prüfzeiten kommt, erhöht man deshalb die Prüftemperatur und/oder die Konzentration. Man bedient sich dabei der Erfahrung, dass chemische Reaktionen mit höher werdender Temperatur schneller ablaufen.
Prüfungen dieser Art sind in der Norm DIN 53476 - Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten - beschrieben (Abb. 1).
Es wird diejenige Prüfdauer von 1 Tag, 1 Woche oder 1 Monat angegeben, innerhalb derer die ersten Veränderungen am Prüfkörper sichtbar wurden. Eine zusätzliche Kurzzeitprüfung von 1 Minute Dauer lässt besonders aggressive Chemikalien erkennen.

Die verschiedenen PLEXIGLAS® Sorten zeigen in ihrer chemischen Beständigkeit gewisse Unterschiede. PLEXIGLAS GS ist aufgrund seines höheren Molekulargewichtes etwas beständiger als PLEXIGLAS® XT oder Spritzgussteile aus PLEXIGLAS® Formmasse. Der Unterschied ist allerdings oft nur graduell. Deshalb sind die Beständigkeitslisten für diese Materialien auch nahezu identisch.

Genaueren Aufschluss darüber, wie die einzelnen PLEXIGLAS® Sorten den Prüfergebnissen zuzuordnen sind, gibt „2.1 Zeichenerklärung".

Die Prüfergebnisse der Chemikalienbeständigkeit sind insbesondere bei dauerhafter Einwirkung von Agenzien auf spannungsfreie Kunststoffe anwendbar.

Abb. 1: Prüfung auf Chemikalienbeständigkeit nach DIN 53476



A = Prüfkörper
B = Agens
C = Behälter

1.2 Spannungsrissbildung

In vielen Anwendungsfällen muss mit Spannungen, z. B. durch Bearbeitung, Warmformen, Schrauben, Klemmen, Kalteinbiegen oder lokal unterschiedlichen Wärmebelastungen gerechnet werden. Die dadurch erzeugten Spannungen müssen dann bei der Beurteilung des Verhaltens von PLEXIGLAS® berücksichtigt werden.
Sind Kunststoffe in Luft über einen bestimmten Wert hinaus spannungs- bzw. dehnungsbelastet, dann entstehen abhängig von der anliegenden Spannung bzw. Dehnung nach kurzer (hohe Spannung) oder langer Zeit (niedrige Spannung) im Material Risse. Die gleichzeitige Einwirkung bestimmter Agenzien kann diese Zeitspanne bis zum Auftreten erster Risse drastisch verkürzen. Diese Erscheinung bezeichnet man als "umgebungsbedingte Spannungsrissbildung" oder abgekürzt "Spannungsrissbildung".

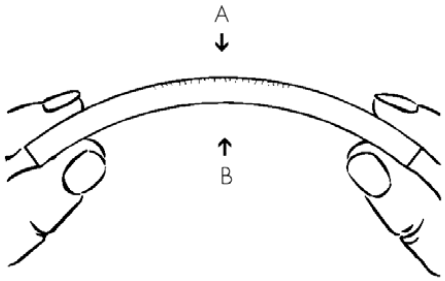
Wie ein einfacher Versuch zeigt, verursachen nur Zugspannungen Spannungsrissbildung: Biegt man einen PLEXIGLAS® Stab zwischen den Händen (Abb. 2) und befeuchtet die mit Zugspannungen behaftete konvexe Oberseite mit Ethylalkohol, dann tritt nach kurzer Zeit Rissbildung auf. Derselbe Versuch auf der mit Druckspannungen behafteten konkaven Unterseite führt nach langen Zeiten nicht zur Rissbildung.

Für PLEXIGLAS® sind verschiedene Rissbildungs-Prüfverfahren anwendbar. Alle Verfahren sind relativ aufwendig bezüglich der Anzahl der Prüfkörper und/oder deren Herstellung sowie Durchführung der Prüfung und Prüfeinrichtungen.
Eine weitere Schwierigkeit besteht auch in der Übertragung der erhaltenen Prüfergebnisse in die Praxis, da hierzu dem Anwender häufig noch zu wenige Erfahrungen vorliegen.

Wesentlich leichter fällt uns dies bei dem in unserem Hause seit mehr als 30 Jahren erfolgreich angewendeten **"Biegeversuch"**, dessen Belastungsfall zwischen dem "Zeitstandzugsversuchs-Verfahren" und dem "Biegestreifen-Verfahren" nach DIN 53 499 einzuordnen ist.
Einseitig waagerecht eingespannte Biegestäbe (Abb. 3) werden auf der Oberseite mit dem Prüfmedium beschichtet und an ihrem freien Ende so belastet, daß nahe der Einspannung eine maximale Zugspannung $\sigma_{b,m}$ bis zu 30 MPa entsteht. Diese fällt bis zum Lastangriffspunkt linear auf den Wert Null ab. Dabei ist jedem Punkt der Oberseite in Stablängsrichtung eine definierte Zugspannung zuzuordnen. Die Rissbildung beginnt an der Stelle mit der höchsten Zugspannung und schreitet mit der Prüfdauer in Richtung Lastangriffspunkt bis zu einer bestimmten Stelle fort. Nach einer Prüfdauer von 24 Stunden bei Temperaturen von 23 °C wird visuell festgestellt, bis zu welcher Stelle am Stab Rissbildung aufgetreten ist. Dieser Stelle wird rechnerisch eine Grenzbiegespannung $\sigma_{b,g}$ zugeordnet.

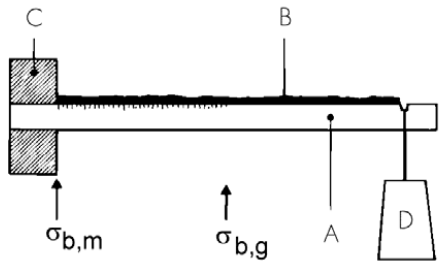
Langjährige Erfahrung zeigt, dass Produkte, die nach 24 Stunden bei Grenzspannungen über 25 MPa bei 23 °C (und/oder über 15 MPa bei 50 °C) keine Rissbildung ergeben, auch im praktischen Einsatz keine Spannungsrissbildung verursachen, wenn unsere für die verschiedenen Halbzeuge gültigen Anwendungsvorschriften eingehalten werden.

Abb. 2: Handversuch zur Spannungsrissbildung



A = Zugspannungen
B = Druckspannungen

Abb. 3: Biegeversuch zur Spannungsrissbildung



A = Prüfkörper
B = Agens
C = Einspannung
D = Gewicht

2 Prüfergebnisse

2.1 Zeichenerklärung

Die umfangreichen Aussagen der nachfolgenden Ergebnislisten sind mit Zeichen und Abkürzungen versehen, die der zusätzlichen Erläuterung bedürfen:

Konz =	Konzentration der Prüfchemikalie in max. möglicher chemischer Reinheit oder wässriger Lösung
Mat =	Material, d. h. Halbzeug-Art, aus welcher die untersuchten Prüfkörper bestanden
233 =	PLEXIGLAS® GS 233; Ergebnis gültig auch für GS 215, 218, 221, 222, 231, 238, 247, 1001 und 2458 und PLEXIGLAS SOUNDSTOP® GS; merklich besser beständig ist vernetztes PLEXIGLAS® z. B. GS 209 und GS SW 235 (= Sanitär)
XT =	PLEXIGLAS® XT 20070; Ergebnis gültig auch für XT 20080, 24370, 21570 AR, SPIEGEL XT sowie für PLEXIGLAS SOUNDSTOP® XT
XT-R =	PLEXIGLAS RESIST® XT 41; Ergebnis gültig auch für RESIST XT 31 und RESIST XT 21; für alle RESIST XT Sorten gilt, dass sie in der Chemikalienbeständigkeit empfindlicher, in der Spannungsrissbeständigkeit jedoch besser sind als nichtmodifiziertes XT.
	Von **eingefärbten** PLEXIGLAS® Platten ist ein Verhalten zu erwarten, das den ihnen zuzuordnenden obigen farblosen (Grund-) Sorten entspricht.
SP =	Spannungsrissbeständigkeit ("Röhm-Prüfverfahren", Biegeversuch)
CB =	Chemikalienbeständigkeit (ähnlich DIN 53 476]
EZ =	Einwirkzeit bei der Chemikalienbeständigkeitsprüfung in Tagen, bei Kurzzeitprüfung 1 Minute
GB =	**Gesamtbeurteilung**, d. h. kritische Zusammenfassung der visuellen Beurteilungen von Spannungsrissverhalten **und** chemischer Beständigkeit

+ = beständig
o = bedingt beständig
- = nicht beständig

2.2 Ergebnislisten

Alkohole, ein- und mehrwertige

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
1-Butanol							
100%	233	-	-	28	Rissbildung, gequollen	kein Veränderung	-
100%	XT	-	-	7	stark gequollen, weiß	kein eVeränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, weiß, stark gequollen	keine Veränderung	-
1-Hexanol							
98%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
98%	XT	-	O	28	ganz leicht gequollen	keine Veränderung	-
98%	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-

1-Methoxy-2-propanol							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	7	stark angelöst	kein Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	Oberfläche trüb	-
1-Pentanol							
100%	233	-	O	28	Rissbildung, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	28	trüb, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, weiß, stark gequollen	keine Veränderung	-
2-Propanol							
100%	233	-	-	7	Rissbildung, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	7	gequollen, weiß, Rissbildung	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Cyclohexanol							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Ethanol							
100%	233	-	-	7	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, gequollen, weiß	keine Veränderung	-
50%	233	-	-	7	gequollen	keine Veränderung	-
50%	XT	-	-	1	gequollen	keine Veränderung	-
50%	XT-R	+	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Ethylenglykol							
100%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
100%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
100%	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Ethylenglykol (Frostschutz)							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o

Glyzerin							
98%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Methanol							
100%	233	-	-	1	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	weich, gequollen	keine Veränderung	-
100%	XT-R	-	-	1	weich, gequollen, weiß	leicht trüb	-
Phenol (gelöst in Wasser)							
5%	233	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-
5%	XT	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-
5%	XT-R	-	-	1	weiß, klebrig, gequollen	keine Veränderung	-

Organische Lösungsmittel, Kraftstoffe

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Butylacetat (Essigsäure-butylester)							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	7	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Essigester (Ethylacetat)							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	Oberfläche leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, matt	-
Pentylacetat (Amylacetat)							
98%	233	-	-	28	gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
98%	XT	-	-	28	stark angelöst	keine Veränderung	-
98%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst, matt	-

Aceton							
99%	233	-	-	28	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Cyclohexanon							
99%	233	-	-	7	Probe stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	28	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	Oberfläche matt	-
Diethylketon							
99%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Ethylmethylketon							
99,5%	233	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
99,5%	XT	-	-	1	stark angelöst	leicht angelöst, leicht matt	-
99,5%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	gequollen, angelöst, weiß	-
Cyclohexan							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	-	28	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Iso-Octan							
99,5%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99,5%	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
n-Heptan							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	-	28	gequollen, gedeckt weiß	keine Veränderung	-
n-Hexan							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	-	28	gequollen, weiß	keine Veränderung	-

Formamid							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
N-Methylformamid							
99%	233	-	-	7	gequollen, trüb	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß, matt	keine Veränderung	-
Perchlorethylen (Tetrachlorethylen)							
99%	233	-	-	28	matt, Oberfläche weich	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	gequollen, leicht angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	stark gequollen u. angelöst	keine Veränderung	-
Shellsol T							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
Terpentinersatz							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Terpentinöl DAB 7							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	-	7	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Tetrachlor-kohlenstoff							
99%	233	-	-	1	gequollen, leicht angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	1	stark angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	z.T. aufgelöst	keine Veränderung	-
Dieselkraftstoff DIN 51601							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	hellbraun, klar	keine Veränderung	-

FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 A							
	233	-	-	1	stark gequollen, klebrig	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	leicht matt, leicht angelöst	-
	XT-R	-	-	1	stark gequollen, angelöst	trüb, angelöst, gequollen	-
FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 B							
	233	-	-	1	gequollen, angelöst	leicht trüb	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst	trüb, angelöst, gequollen	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	trüb, angelöst, gequollen	-
FAM-Prüfkraftstoff DIN 51604 C							
	233	-	-	1	gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, angelöst	trüb, weiß, angelöst	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weich	trüb, weiß, angelöst	-
Kraftstoff Nr. 1 DIN 53521							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	-
Kraftstoff Nr. 2 DIN 53521							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	-	28	leicht gequollen	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, weiß	keine Veränderung	-
Ottokraftstoff Normal (bleifrei)							
	233	-	-	28	gequollen, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	7	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, braun, matt	Oberfläche weiß, matt	-
Ottokraftstoff Normal (verbleit)							
	233	-	-	28	hellbraun verfärbt	keine Veränderung	-
	XT	-	-	28	gequollen, hellbraun	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	stark gequollen, weich, braun	Oberfläche weiß, matt	-

Ottokraftstoff Super (bleifrei)							
	233	-	-	28	gequollen, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	7	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	gequollen, braun, matt	Oberfläche weiß, matt	-
Ottokraftstoff Super (verbleit)							
	233	-	-	7	gequollen, weich, gelb	keine Veränderung	-
	XT	-	-	1	gequollen, matt, weich	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	1	sehr stark gequollen, weiß	Oberfläche weiß, matt	-
Petroleum							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	o	28	trüb, leicht gelb	keine Veränderung	-

Säuren, organische und anorganische

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Zitronensäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
38%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
38%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
38%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Ameisensäure							
5%	233		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
5%	XT		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
5%	XT-R		o	28	leicht trüb	keine Veränderung	

Essigsäure							
100%	233	-	-	1	Proben aufgelöst	keine Veränderung	-
100%	XT	-	-	1	Proben aufgelöst	leicht angelöst	-
100%	XT-R	-	-	1	Proben aufgelöst	stark angelöst, weiß	-
5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
Flußsäure							
40%	233	-	-	1	gequollen, weich, weiß	leicht gequollen	-
40%	XT	-	-	1	gequollen, weich, weiß	ganz leicht matt, gequollen	-
40%	XT-R	-	-	1	gequollen, weich, weiß	leicht matt, leicht gequollen	-
Milchsäure							
20%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
20%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
20%	XT-R	-	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	-
90%	233	-	-	7	stark gequollen, weiß, weich	keine Veränderung	-
90%	XT	-	-	1	stark angelöst, weiß	keine Veränderung	-
90%	XT-R	-	-	1	stark angelöst, weiß	keine Veränderung	-
Oxalsäure							
8,7%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,7%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,7%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Phosphorsäure							
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
50%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
85%	233	-	-	1	stark gequollen	keine Veränderung	-
85%	XT	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-
85%	XT-R	-	-	1	stark gequollen, angelöst	keine Veränderung	-

Salpetersäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	gelb, trüb	keine Veränderung	o
40%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
40%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
40%	XT-R	-	-	28	gedeckt grau	keine Veränderung	-
65%	233	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
65%	XT	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
65%	XT-R	-	-	1	sehr stark gequollen, weich	matt, weiß, gequollen	-
Salzsäure							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	weiß, trüb	keine Veränderung	o
32%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT-R	+	o	28	grau, leicht trüb	keine Veränderung	o
Schwefelsäure							
3%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT-R	+	o	28	weiß, trüb	keine Veränderung	o
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	o	1	leicht trüb	keine Veränderung	o
98%	233	-	-	1	stark gequollen	matt, weiß, gequollen	-
98%	XT	-	-	1	stark gequollen, weiß	matt, weiß, gequollen	-
98%	XT-R	-	-	1	stark gequollen, rot	matt, weiß, gequollen	-
Sulfaminsäure (Amidosulfonsäure)							
18%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
18%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
18%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Weinsäure							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Ölsäure							
99%	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
99%	XT-R	-	o	28	leicht trüb, matt	keine Veränderung	-

Laugen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Ammoniak-Lösung							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	Proben weiß (trüb)	keine Veränderung	o
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	o	28	Proben weiß	keine Veränderung	o
Natronlauge							
1%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
1%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
1%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Salze, anorganische und organische (gesättigte Lösungen)

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Aluminiumchlorid							
42%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
42%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
42%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Eisen(II)sulfat							
21%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Eisen(III)chlorid							
48%	233	+	o	28	leicht braun	keine Veränderung	o
48%	XT	+	o	28	leicht braun	keine Veränderung	o
48%	XT-R	+	o	28	gelb, trüb, matt	keine Veränderung	o
Kaliumaluminium-sulfat (Alaun)							
5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
5%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Kaliumcarbonat							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Kaliumchlorid							
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Kaliumnitrat							
24%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
24%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
24%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Kalium-Permanganate							
6%	233	+	+	28	matt, Oberfläche braun	keine Veränderung	+
6%	XT	+	+	28	matt, Oberfläche braun	keine Veränderung	+
6%	XT-R	+	+	28	matt, Oberfläche schwarz	keine Veränderung	+
Kaliumsulfat							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Kupfersulfat							
17%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
17%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
17%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Magnesiumsulfat							
21%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
21%	XT-R	+	+	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumacetat							
32%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
32%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Natriumcarbonat (Soda)							
2%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
2%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
2%	XT-R	+	o	28	Proben trüb, weiß	keine Veränderung	o
20%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT-R	+	o	28	Proben trüb	keine Veränderung	o
Natriumchlorid (Kochsalz)							
10%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
10%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Natriumphosphat							
20%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
20%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumdihydrogen-phosphat							
50%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
50%	XT-R	+	o	28	ganz leicht trüb	keine Veränderung	o
Dinatriumhydrogen-phosphat							
8,5%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,5%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
8,5%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumhydrogen-sulfat							
40%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
40%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
40%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumnitrat							
45%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
45%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
45%	XT-R	+	o	28	leicht trüb	keine Veränderung	o
Natriumsulfat (Glaubersalz)							
25%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
25%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumchlorat							
49%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
49%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
49%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Natriumthiosulfat							
41%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
41%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
41%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Zinkchlorid							
50%	233	o	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT	o	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
50%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Zinksulfat							
35%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
35%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
35%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Harnstoff							
51%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
51%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
51%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Hydrochinon							
6,7%	233	-	o	28	klar braun verfärbt	keine Veränderung	-
6,7%	XT	-	-	28	gedeckt rotbraun verfärbt	keine Veränderung	-
6,7%	XT-R	+	-	28	klar braun verfärbt	keine Veränderung	o

Anorganische Verbindungen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Hydrazin							
15%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
15%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
15%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Wasserstoff-peroxid (Wasserstoff-superoxid, Perhydrol)							
3%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
3%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
30%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
30%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o

Natriumhypo-chlorid							
12%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
12%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
12%	XT-R	+	o	28	trüb, weiß	keine Veränderung	o
Wasser, vollentsalzt							
	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

Organische Verbindungen

Chemikalie Konz	Mat	SP	CB	EZ	CB-Beurteilung	CB-Kurzzeit-prüfung	GB
Dibutylphthalat							
99%	233	-	-	28	angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT	-	-	28	angelöst	keine Veränderung	-
99%	XT-R	-	-	1	gequollen, angelöst, weiß	keine Veränderung	-
Diisobutylphthalat							
97%	233		+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	
97%	XT		-	28	angelöst	keine Veränderung	-
97%	XT-R		-	28	stark angelöst, trüb, Spannungsrisse	keine Veränderung	-
Paraffin, dünnflüssig							
100%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
100%	XT	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
100%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
Sebacinsäure-bis-2-ethyl-hexylester (Dioctylsebacat)							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Trikresylphosphat							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	-	28	keine Veränderung	keine Veränderung	-
	XT-R	-	-	7	angelöst, matt	keine Veränderung	-

Rizinusöl							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Sojabohnenöl							
	233	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
	XT-R	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
Triethanolamin							
98%	233	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+
98%	XT	-	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	o
98%	XT-R	+	+	28	keine Veränderung	keine Veränderung	+

® = eingetragene Marke

PLEXIGLAS, PLEXIGLAS RESIST und PLEXIGLAS SOUNDSTOP sind eingetragene Marken der Evonik Röhm GmbH, Darmstadt.

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 (Qualität) und DIN EN ISO 14001 (Umwelt)

Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Unsere Informationen beschreiben lediglich die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen und stellen keine Garantien dar. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

Kenn-Nr. 211-4 Mai 2000

Business Unit Performance Polymers
Evonik Röhm GmbH Kirschenallee, 64293 Darmstadt, Deutschland.
info@plexiglas.de www.plexiglas.de www.evonik.com

12 Glossar

Betriebsmittelkennzeichen

Innerhalb des Lebenslaufes industrieller Anlagen wird für Planung, Entwurf, Realisation, Betrieb, Instandhaltung und Demontage ein einheitliches Betriebsmittelkennzeichensystem benötigt, um alle Objekte innerhalb des Systems jederzeit eindeutig identifizieren zu können. Die Betriebsmittelkennzeichen (auch Referenzkennzeichen) werden am Betriebsmittel angebracht und in der technischen Dokumentation (z.B. Stromlaufplan) eingetragen.

Desorption

Als Desorption (von lat. de-sorbere, sorbere = (auf-)saugen) bezeichnet man den Vorgang, bei dem Moleküle die Oberfläche eines Festkörpers verlassen. Um desorbieren zu können, muss das Teilchen genügend Energie zur Überwindung der Bindungsenergie besitzen oder zugeführt bekommen.

Druckanstiegstest

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren (Verfahren B)* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Bei vollständig getrocknetem Produkt verschlechtert sich das Vakuum nicht oder nur sehr gering.

Der Druckanstiegstest wird häufig als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

Einkammer-Verfahren

Beim Einkammer-Verfahren wird sowohl das Gefrieren als auch die anschließende Trocknung des Produktes im Eiskondensatorraum durchgeführt. Das Gefrieren der Probe wird durch die niedrige Temperatur des Eiskondensators (–55°C bei einstufigen Anlagen bzw. –85°C bei zweistufigen Anlagen) bewirkt. Dabei kann der Innenraum bis auf ca. –20°C bzw. –40°C abgekühlt werden. Die in der Haupttrocknungsphase notwendige moderate Energiezufuhr zur gefrorenen Probe wird durch beheizbare Stellflächen geleistet, auf denen sich das Produkt befindet.

Eutektischer Punkt

Der eutektische Punkt bezeichnet den Punkt, in dem eine homogene Mischphase (z.B eine eutektische Legierung) direkt vom flüssigen in den festen Zustand übergeht, also kein aus verschiedenen Phasen bestehendes Kristallgemisch entsteht.

Sicherheitsdruck

In Kenntnis des dominierenden Einflusses des Vakuums auf die Produkttemperatur hat die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine so genannte Sicherheitsdruck-Funktion als Produktschutz in ihre Anlagen integriert: Wenn der Druck in der Trocknungskammer zu stark – über die Sicherheitsgrenze hinaus – ansteigt, wird die Energieversorgung der Stellflächen unterbrochen und der Sublimationsprozess verlangsamt sich. So wird ein Schmelzen des Produktes verhindert.

Als Sicherheitsdruck sollte der Wert eingesetzt werden, der auf der Dampfdruckkurve über Eis einer Temperatur 5°C unter dem Schmelzpunkt des Produktes entspricht.

Sublimation

Als Sublimation, seltener auch Sublimierung (von lat. "sublimis" = hoch in der Luft befindlich, erhaben), bezeichnet man in der Thermodynamik den Prozess des unmittelbaren Übergangs eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand.

Wireless Shelf Technology

Die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH hat mit Wireless Shelf Technology (WST) ein System für Laboranlagen entwickelt, das Kabelverbindungen an den einzelnen elektrisch beheizbaren Stellflächen und anderen Zubehörteilen überflüssig macht. Ein Anschlussblech mit zwei elektrischen Kontakten wird zwischen der Eiskondensatorkammer und der externen Trocknungskammer platziert. Sie bildet die zentrale Ebene, an der die Zubehörteile angeschlossen werden. Jedes elektronisch gesteuerte Zubehörteil ist mit einem separaten Modul ausgestattet. Mit Hilfe dieser Module können verschiedenste Teile miteinander kombiniert werden.

Zweikammer-Verfahren

Die Trocknung auf Stellflächen außerhalb des Eiskondensatorraums wird als Zwei-Kammer-System bezeichnet. Der Vorteil gegenüber dem → *Einkammer-Verfahren)* besteht in der wesentlich größeren Produktkapazität. Außerdem kann durch ein Zwischenventil die Produktkammer vom Eiskondensatorraum abgesperrt werden, um einen so genannten → *Druckanstiegstest* zur Bestimmung des Trocknungsendes durchzuführen. Bei Anlagen ohne aktive Stellflächenkühlung müssen die Proben allerdings zuvor extern, z.B. in einer Kühltruhe oder einem Gefrierschrank, vorgefroren werden. Nach Überführung des Produkts in die Gefriertrocknungsanlage wird dann die eigentliche → *Sublimation* gestartet.

13 Index

A

Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands) 88
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses .. 17
Abmessungen 29
Abtauen 60
Abtauen mit Heißgas 19
Abtauen mit Warmwasser 20
Akustischer Signalgeber 50
Allgemeine Störungen 75
Allgemeinen Geschäftsbedingungen 10
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt 76
Anlagenschema 43
Anschluss für Vakuummesssonde 13, 95
Anschluss Kühlwasserrücklauf 92
Anschluss Kühlwasserzulauf 92
Anschluss Vakuumpumpe 91
Anschlussart 32
Anschlussdaten 91
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte 60
Artikelnummer 13
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage 11
Aufstellort 32
Aufstellung und Anschluss 32
Ausschalten 74
Aziden 26

B

Baujahr (Monat/Jahr) 13
Bedienoberfläche 38
Bedienpersonal 23
Belüften 60
Belüftung 32, 79
Belüftungsventil 12, 33, 78, 91, 95
Belüftungsventil, Reinigung 83
Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum: 93
Berechnung des Regelsollwerts und der Steigung für Temperatur 93
Beschilderung des Geräts 21
Bestellnummer 90, 92
Bestimmungsgemäße Verwendung 9
Betriebsart wählen / starten 45
Betriebsmittelanschlüsse 91
Betriebsmittelkennzeichen 44, 54, 121
Betriebssicherheit 85
Betriebsspannung 32
Betriebsstunden 54
Betriebszustand 40
BGV A3 87
Brandschutz 25
brennbare Substanzen 25

C

CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG. 21
Chemische Reaktionen 85
Chemische und biologische Sicherheit 26
Christ Wartungsvertrag 87

D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser 41
Dampfdruckkurve über Eis 14
Dampfdruckkurve über Eis 15
Datenschnittstelle (LAN) 91
Datum / Zeit 49
Dekontaminationserklärung 88
Dekontaminationsmittel 81
delta p Druckanstiegstest (optional) 63
deltaT Komparativ 63
deltaT Produkt 63
deltaT Stellfläche 63
Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör 86
Desinfektionsmittel 86
Desorption 121
Detailinformationen 44
Detailinformationen zu Software-Versionen 58
Dialogfenster "Anlagenschema" 43
Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten" 45
Dialogfenster "Neues Programm" 46
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" 43
Dialogfenster "Tools" 41
Druckanstiegstest 42, 67, 73, 121
Druckkorrosion siehe auch Korrosion 85
Druckmessung, komparative 73

Druckstellen 85
Drucksteuerventil 35
Drucksteuerventil, Fehlfunktion 78

E

EG-Konformitätserklärung 99
Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz 23
Einkammer-Verfahren 121
Einkammer-Verfahren (Verfahren A) 48
Einschalten 37
Eiskondensator 90
Eiskondensatorkammer, Reinigung 82
Eiskondensatortemperatur 63
Elektrische Sicherheit 24
Elektrischer Anschluss 91
Emissionen 26
Energieversorgung 32
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage 89
Entsorgung der Verpackung 89
Ersatzteilanfragen 80
Erste Inbetriebnahme 37
Eutektischer Punkt 121
explosive Substanzen 25
externer Datenträger 40

F

Fabriknummer 13, 58, 80, 87
Fachpersonal 86
Fehlerbeschreibung 88
Fehlermeldungen 27
Fehlerspeicher 54
Fehlersuche 75
Firmensitz 13
Formular zur Rücksendung defekter Teile 88
Füllmengen 91
Funktions- und Bedienelemente 11
Funktionsstörungen 25

G

Gefahr 81
Gefahrenhinweise 9, 10
Gefahrenstoffe 24, 86
Gefrieren 17
Gefriertrocknung allgemein 14
Gefriertrocknung manuell 59
Gefriertrocknungsanlage, Reinigung 81
Gefügezerstörungen 85
Geräteoptionen 52
Gerätetyp 13, 80, 87, 90
Geräuschpegel 91
Gewährleistung und Haftung 10
Gewicht 29, 91
Gummiventile 36, 78

H

Haftung 81
Hauptfenster "?" 58
Hauptfenster "Manuell" 39
Hauptfenster "Optionen" 47
Hauptfenster "Programm" 46
Haupttrocknung 18
Heißgasabtauung 19
Hersteller 13, 24, 26, 81, 86, 90

I

Inbetriebnahme 10
infektiöse Substanzen 26, 86
Informelle Sicherheitshinweise 23
Inspektion durch den Hersteller 86
Installation von Zubehörkomponenten 37
Instandhaltungsarbeiten 86
IP-Schutzart gemäß DIN 60529 91
Istwerte aktueller Prozess 40

K

Kältemittel 91
Kältemitteldaten 13
Kälteschema 92
Kein ausreichendes Vakuum 75, 77
Keine Anzeige auf dem Display 75
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur 76
Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur 79
Kleinflanschverbindungen 77
Klick bei Touch 50
Komparative Druckmessung 69, 73
Konformitätserklärung 10, 99
Kontakt im Servicefall 80
Kontakt zum Hersteller 58
Kontamination 81
Korrosion 81, 85
Kostenvoranschlag 88

Kühlfalle ... 26
Kühlwasserrücklauf ... 92
Kühlwasserverbrauch ... 92
Kühlwasserzulauf ... 92
Kurzbedienungsanleitung ... 94

L

Lagerbedingungen ... 29
Lagerung ... 29
Lagerung und Transport ... 29
Laufzeit Passworttimer ... 51
Lebensdauer ... 81
Lecktest ... 60, 73
Leeres Programm erstellen ... 65
Leistungsdaten ... 90
Lieferumfang ... 10
Lösemittel ... 81
LPC_{plus} SCADA System ... 74
LSC_{plus} Anlagensteuerung ... 38
Lüftungsöffnungen ... 32
LYO CHAMBER GUARD ... 82
LyoControl LC_{plus} Messsystem ... 74
LyoControl-Rx ... 63
$LyoLog_{plus}$ Messdatenerfassung ... 74

M

Maßeinheit ... 48
Mathematische Zusammenhänge ... 93
Max. Luftfeuchte ... 92
Mechanische Sicherheit ... 25
Medienablauf ... 60
Medienablaufventil ... 12, 33, 78, 91, 95
Medienablaufventil, Reinigung ... 83
mögliche drohende Gefahr ... 22
mögliche gefährliche Situation ... 22

N

Nachtrocknung ... 19
Nennleistung ... 13, 91
Nennspannung ... 13
Nennstrom ... 13, 91
Netzabsicherung ... 13, 95
Netzausfall ... 76
Netzkabel ... 13, 95
Netzlaufwerk ... 40
Netzschalter ... 12, 95
Netzsicherung ... 91
Netzwerk ... 49
Neues Programm ... 46
Nichtgebrauch ... 81
Normen und Vorschriften ... 10

O

Oberflächentemperaturen ... 26
Ölnebelabscheider ... 35, 84
Ölnebelabscheider (Auspufffilter) ... 84
Ölwechsel Vakuumpumpe ... 56
Online Formular-Download ... 88
Option: Druckanstiegstest ... 42, 67
Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGM_{plus} ... 62
Option: Komparative Druckmessung ... 69
Option:USB Prozessaufzeichnung ... 42
Optionale Erweiterungen ... 73

P

Passwort Bediener / Service / Administrator ... 52
Passworteingabe schlägt fehl ... 75
pathogene Substanzen ... 26, 81, 86
Pflege durch den Benutzer ... 81
Phasen der Gefriertrocknung ... 16
Physikalische Daten ... 91
Potentialausgleichsschraube ... 13, 27, 32, 95
Produktrückstände entfernen ... 81
Programm bearbeiten ... 70
Programm erstellen ... 65
Programm kopieren ... 71
Programm laden ... 71
Programm löschen ... 72
Programmabschnitte ... 62
Programmgeber PGM_{plus} ... 73
Programmliste ... 46
Programmvorlagen ... 70
Prozess Sollwerte ... 40
Prozess- und Anlagenmeldungen ... 43
Prozess- und Fehlermeldungen ... 79
Prozessdaten ... 39

R

radioaktive Substanzen ... 26, 81
Referenzkennzeichen ... 121
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage ... 81

Reinigungsmittel 81, 86
Restrisiken 28
Rissbildung 85
Rücksendung defekter Teile 87
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör 87

S

Schaltfläche "Stopp" 46
Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" 40
Schmelzdruckkurve 14
Schutzhandschuhe 26
Schutzklasse 91
Schutzkleidung 26
Schutzleiterprüfung 27
Sensor Abgleich 57
Sensor Konfiguration 53
Serielle Schnittstelle 13, 95
Seriennummer 58
Service 54
Serviceanforderung 80, 87
Sicherheits- und Gefahrenhinweise .. 9, 10, 23
Sicherheitsabstand 24, 32
Sicherheitsbereich 24
sicherheitsbewusstes Arbeiten 23
Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger 92
Sicherheitsdruck 122
Sicherheitseinrichtungen 27
Sicherheitshinweise 24
Sicherheitshinweise zur Gefriertrocknung .. 24
Sicherungen 25, 32
Sicherungen bauseits 32
Sollwerteingaben im manuellen Modus 60
Sonderausstattung: Abtauen mit Warmwasser 20
Sonderausstattung: Wasserkühlung 92
Splitterschutzfolie LYO CHAMBER GUARD 82
Sprache 47
stark korrodierende Substanzen 25
Statuszeile 40
Stellenwert der Betriebsanleitung 9
Stellflächentemperierung 90
Steuerung ein/aus (Netzschalter) 12, 95
Störungen 25, 28, 75
Störungen und Fehlersuche 75
Stromlaufpläne 92
Sublimation 122
Sublimationsdruckkurve 14
Symbol- und Hinweiserklärungen 22
Systemeigenschaften 50
Systemkontrolle 27

T

Technische Daten 90
Technische Dokumentation 92
thermische Belastungen 32
Thermische Sicherheit 26
thermischen Belastungen 81
Tools 41
Touch panel 11, 38, 94
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt 75
toxische Substanzen 26, 81
Transport 29
Transporthinweise 30
Transportsicherungen 31
Tripelpunkt 14
Trocknungsende und Belüften 19
Trocknungskammer 82
Trocknungsverfahren 37
Typ der Anlagensteuerung 58
Typ der Gefriertrocknungsanlage 58
Typenschild 13

U

Umgebungsbedingungen 92
Umgebungstemperatur 32, 92
Umweltschutz 23
Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers 88
Undichtigkeit im Medienablaufventil 75
Undichtigkeit in einem Gummiventil 75
Undichtigkeiten 77
Unfallverhütung 9, 23
Unfallverhütungsvorschriften 23
unmittelbare drohende Gefahr 22
Urheberrecht 10
USB Prozessaufzeichnung 42, 74
UV-Strahlung 32, 81

V

Vakuum 63
Vakuumanschluss 13, 91, 95
Vakuummesssonde 13, 33, 78, 85, 91, 95
Vakuumpumpe 26, 35
Vakuumpumpe schaltet nicht zu 76
Vakuumpumpe, Reinigung 84
Verantwortung des Betreibers 23
Verfahren Gefriertrocknung 48
Verhalten bei Gefahren und Unfällen 27
Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators 50
Verpackung 31
Verpackung 89
Verschleißerscheinungen 86
Versorgungsspannung 24, 32
Verwaltung 49
Vorbereitung 17, 37
Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung 23

W

Wärmeabgabe 91
Wärmetauscher 83
Warm-up Phase der Vakuumpumpe 64
Warmwasserabtauung 20
Wartung 56
Wartung und Instandhaltung 81
Wartungsarbeiten 81
Wartungsvertrag 87
Weiterschaltbedingungen 63
Werte Ansicht/Ändern 40
wichtige Sachverhalte 22
Wireless Shelf Technology 55, 122
Wirkungsweise 14

Z

Zeichenerklärung 10
Zubehör 10, 81, 85
Zugriffschutz 51
Zweikammer-Verfahren 122
Zweikammer-Verfahren (Verfahren B) 48
Zweikammer-Verfahren (Verfahren B) – LyoCube 48